

# **Eindadvies**

## **Handelingsperspectief voor Groningen**

Adviescommissie 'Omgaan met risico's  
van geïnduceerde aardbevingen'  
(Commissie-Meijdam)

14 december 2015

**Adviescommissie Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen (Commissie-Meijdam)**

**Secretariaat:**

Lysias Advies B.V.  
[www.lysiagroup.com](http://www.lysiagroup.com)

Soesterweg 310-D  
3812 BH AMERSFOORT

E: [commissiemeijdam@lysiagroup.com](mailto:commissiemeijdam@lysiagroup.com)  
T: 033 464 70 70

# Eindadvies

## Handelingsperspectief voor Groningen

Adviescommissie 'Omgaan met risico's  
van geïnduceerde aardbevingen'

	<b>Inhoud</b>	<b>Blz.</b>
<b>Voorwoord</b> .....		<b>1</b>
<b>Samenvatting</b> .....		<b>1</b>
<b>1. Opdracht</b> .....		<b>8</b>
<b>2. Risico's vanuit de ondergrond</b> .....		<b>10</b>
2.1 Vraagstelling .....		10
2.2 Vertreksituatie.....		10
2.3 Stappen voorwaarts in afgelopen jaar .....		11
2.4 Toenemende kennis over ondergrond, onzekerheden blijven .....		12
2.5 Het belang van een ontwikkelbenadering .....		12
2.6 Aandachtspunten bij gebruik huidige PGA-kaart.....		12
2.7 Van seismische dreiging naar effecten .....		13
<b>3. Omgaan met risico's van aardgasbevingen</b> .....		<b>15</b>
3.1 Vraagstelling .....		15
3.2 Eenduidige normstelling voor veiligheid .....		15
3.3 De vertaling van de veiligheidsnorm naar een bouwnorm .....		16
3.4 Bepaling objectgebonden individueel aardbevingsrisico als bouwsteen voor vaststellen sterkte van bouwwerken .....		17
3.5 Catalogusaanpak voor prioritering en versnelling versterkingsopgave 18		
3.6 Maatschappelijk veiligheidsrisico .....		20
3.7 Bijzondere risico's .....		21
<b>4. Bestuurlijke handreikingen in rechtvaardigheidskwesties</b> .....		<b>24</b>
4.1 Vraagstelling .....		24
4.2 Rechtvaardigheidskwesties .....		24
4.3 Legitimatie voor meer rechtvaardige verdeling lasten en lusten .....		25
4.4 Uitwerking in de praktijk: collectieve en individuele maatregelen.....		26
4.5 Keuzevrijheid en zeggenschap voor inwoners .....		27
 Bijlage 1. Opdracht, samenstelling en werkwijze van de commissie .....		 29
Bijlage 2. Definities, begrippen en enkele voorbeeldberekeningen .....		31

# Voorwoord

Voor u ligt het eindadvies van de Commissie 'Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen'. Onder deze titel is onze commissie in het voorjaar van 2015 ingesteld om de Minister van Economische Zaken te adviseren over hoe moet worden omgegaan met risico's van de door menselijk handelen veroorzaakte aardbevingen, over veiligheidsnormen en over de aanpak van versterking van woningen en andere bouwwerken.

We stellen vast dat in het afgelopen halfjaar grote stappen voorwaarts zijn gezet in de opbouw van kennis over de seismische dreiging (de risico's vanuit de ondergrond) en de bepaling van sterkte van bouwwerken (de bovengrondse risico's). Nieuwe onderzoeken en inzichten dragen bij aan het verder verfijnen en valideren van modellen en methodieken. Hierdoor nemen betrouwbaarheid van onderzoeksresultaten en voorspellingen toe en kunnen onzekerheden voor de inwoners van Groningen beter worden gededuceerd. Het proces van verbeteren van modellen en technieken is nog niet ten einde. Het belang van coördinatie en afstemming hierover is groot, evenals de noodzaak om te komen tot eenduidige inzichten.

Deze beweging naar meer eenduidige inzichten is inmiddels in gang gezet. Sinds de zomer van 2015 heeft onze commissie in een constructieve dialoog met partijen als het SodM, de Nationaal Coördinator Groningen, de NEN-werkgroep NPR 9998, NAM, TNO, Deltares en de TU Delft kennis en inzichten gedeeld. Door deze uitwisseling is gebleken dat opdrachten aan onze commissie en aan deze partijen elkaar deels overlappen. Om dubbel werk te voorkomen, hebben we daarom op sommige vragen terughoudendheid betracht in onze advisering. Dat geldt bijvoorbeeld voor het formuleren van voorstellen voor alternatieve benaderingen voor bouwkundige versterking van huizen en andere gebouwen.

De drie expertmeetings die we samen met het SodM in september en oktober 2015 hebben georganiseerd, gaven blijk van betrokkenheid en goede intenties om in samenhang tot werkbare oplossingen te komen. Daarbij blijft sprake van een spanningsveld tussen exacte wetenschap en pragmatische oplossingen. Voor onze commissie is het bieden van handelingsperspectief aan inwoners het leidmotief geweest in onze adviezen. Daar is ook alle reden toe. Ondanks de vorderingen die worden gemaakt, ervaren de inwoners in Groningen nog dagelijks gevoelens van onzekerheid, onveiligheid, onrechtvaardigheid en machteloosheid, en worden zij geconfronteerd met schade aan hun woningen. Zij hebben behoefte aan duidelijkheid. Om de versterkingsopgave te prioriteren, is het nodig keuzes te maken. Zoals geldt bij elke keuze, zijn er altijd kanttekeningen te plaatsen. In lijn met ons tweede advies van 29 oktober jl., kiezen we voor prioritering, versnelling en daarmee voor perspectief voor de inwoners van Groningen.

Herstel van vertrouwen is een proces van lange adem en garanties zijn er niet. Tijdens ons bezoek aan Groningen op zaterdag 21 november jl., en in de vele berichten die we na afloop van dit bezoek van verschillende inwoners hebben ontvangen, hebben we gemerkt dat er bij inwoners nog altijd sprake is van boosheid, onmacht en onzekerheid. Op deze plaats willen we nogmaals de inwoners van Groningen bedanken voor hun openhartigheid, zowel voorafgaand aan, tijdens, als na afloop van de inwonersbijeenkomst. Ook de vele reacties die we ontvingen van deskundigen op eerdere adviezen, geven blijk van een enorme betrokkenheid. We hebben deze kritische reflecties gewaardeerd en meegewogen in dit eindadvies.

De handreikingen in dit eindadvies zijn bestemd voor het ministerie van Economische Zaken, de Nationaal Coördinator Groningen, en het regionaal en lokaal bestuur en bieden inzicht in hoe om te gaan met de risico's die de aardgasbevingen met zich meebrengen. Wij ronden met dit eindadvies onze werkzaamheden af. Met onze activiteiten en adviezen hebben we ons ingezet voor het bijdragen aan doorbraken in het maatschappelijke vraagstuk over de effecten van de aardgaswinning in Groningen.

*De adviescommissie 'Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen',*

*Henry Meijdam (voorzitter)*  
*Michel van Eeten*  
*Láslo Evers*

*Pieter van Geel*  
*Ira Helsloot*

# Samenvatting

## VRAAGSTELLING

De minister van Economische Zaken heeft zijn vragen aan de Commissie 'Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen' (Commissie-Meijdam) als volgt toegelicht:

1. Welke overschrijdingskans is technisch wetenschappelijk realistisch voor geïnduceerde bevingen in Nederland en wat betekent dit voor de aannamen in de NPR over de overschrijdingskans en de contouren?
2. Welke veiligheidsnorm voor geïnduceerde bevingen is proportioneel, welke argumenten zijn er voor deze keuze en hoe verhoudt het risico van door gaswinning veroorzaakte aardbevingen zich tot andere risico's in de regio?
3. Zijn er eventuele alternatieve benaderingen denkbaar om gebouwen preventief te versterken, en hoe kan in de praktijk rekening worden gehouden met bijstelling van de normen op basis van monitoring of eventueel veranderende risicoperceptie?
4. Zullen alle in gang gezette technische en compenserende maatregelen recht doen aan de bevolking of is daarvoor ook iets anders nodig?

## UITGANGSPUNTEN VOOR BEANTWOORDING

Voor de beantwoording van deze vier onderzoeksvragen heeft de commissie de volgende uitgangspunten geformuleerd:

- a. Bouwwerken in Groningen moeten voldoen aan de voor Nederland geldende veiligheidsnorm door de gasproductie te beheersen en woningen te versterken. Het bepalen van veiligheidsnormen en het toezien op het voldoen aan deze normen is onderdeel van de zorgplicht van de overheid.
- b. De overheid heeft tevens de zorgplicht toe te zien op het adequaat vergoeden van ontstane schade.
- c. De overheid neemt de verantwoordelijkheid om gevolgen van de gaswinning ook in positieve zin in het gebied te laten terugkeren.

De opdracht aan onze commissie betreft de punten a en c. De commissie heeft niet de opdracht gekregen om te adviseren over een adequate schadeafhandeling en heeft daar om die reden geen onderzoek naar gedaan. Wel heeft de commissie aangegeven te willen fungeren als 'doorgeefluik', want de aandachtspunten die naar voren zijn gebracht voorafgaand aan, tijdens en na afloop van de inwonersbijeenkomst op 21 november jl. te Bedum zijn belangwekkend. De commissie stelt zich op het standpunt dat alle schade, die ontstaat als gevolg van aardgasbevingen, moet worden vergoed. Dat is een onomstreden en wettelijk bepaald gegeven.

## VOLDOEN AAN GELDENDE VEILIGHEIDSNORMEN

Voor het kunnen voldoen aan geldende veiligheidsnormen, is allereerst van belang de ondergrondse en bovengrondse risico's in beeld te brengen.

### ***Risico's vanuit de ondergrond (seismische dreiging)***

De commissie adviseert voor de analyse van seismische dreiging (ook wel hazardanalyse genoemd) de internationaal gebruikelijke methoden te volgen. Deze resulteren in een PGA-kaart. PGA staat voor 'Peak Ground Acceleration' en is een waarde waarmee mogelijke grondversnellingen worden uitgedrukt. Een PGA-kaart geeft aan de hand van contouren weer op welke plaatsen sprake is van maximaal mogelijke grondversnellingen. Daarmee brengt de PGA-kaart de seismische dreiging in beeld.

De kans dat een op de kaart aangegeven PGA-waarde wordt overschreden, is – voor de op de PGA-kaart weergegeven contouren – overal gelijk. De keuze van een overschrijdingskans van 10% in 50 jaar (ofwel 0,2% per jaar, ofwel gemiddeld eenmaal in de 475 jaar) is in bouwnormen een internationaal gangbare maat.

## Eindadvies 'Handelingsperspectief voor Groningen'

Adviescommissie Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen

14 december 2015

In de afgelopen periode zijn stappen voorwaarts gezet als het gaat om de voorspelbaarheid van risico's vanuit de ondergrond. Echter, meer inzicht is nog nodig in de kracht, frequentie en effecten van aardgasbevingen. Continue monitoring is daarom noodzakelijk.

In de komende jaren komen nieuwe meetgegevens en aanvullende onderzoeksresultaten beschikbaar. Zo is het nu voor het eerst mogelijk om de bevingen in de diepte te lokaliseren. Tot op heden werd uitgegaan van een gefixeerde diepte van 3 km. Het voorgenomen breukvlakkenonderzoek maakt het mogelijk seismiteit, met het nieuwe inzicht in de diepte van aardbevingen, te koppelen aan breuken in de ondergrond. Dit onderzoek levert nieuwe inzichten op in de maximaal mogelijke magnitude (sterkte van aardbevingen). Dit onderzoek zal in gezamenlijkheid moeten worden uitgevoerd door TNO, het KNMI en de NAM. Deze onderzoeksresultaten kunnen binnen enkele jaren beschikbaar zijn.

Daarnaast zal in de komende periode nader onderzoek worden gedaan naar de relatie tussen variatie in het gaswinningsniveau en de mate van seismiteit.

Gezien nieuwe onderzoeksresultaten en voortschrijdende inzichten, is het in de komende periode nodig regelmatig updates uit te voeren om te komen tot meer betrouwbare analyses van seismische dreigingen, de zogeheten hazardanalyses. De commissie adviseert om de komende één tot twee jaar deze updates halfjaarlijks uit te voeren. Op deze termijn komen er veel relevante ontwikkelingen en nieuwe onderzoeksresultaten beschikbaar en kunnen er nog belangrijke verbeterlagen worden gemaakt om onzekerheden verder te reduceren. Over twee jaar kan deze frequentie van het updaten van de hazardanalyse worden aangepast naar jaarlijkse updates, waarbij verdere verfijning wordt aangebracht.

In het Meerjarenprogramma (MJP) van de Nationaal Coördinator Groningen wordt rekening gehouden met deze halfjaarlijkse updates en staat beschreven dat het voortschrijden van het inzicht naar verwachting nog wel even zal doorgaan. In het MJP wordt daarom voorgesteld als beleidslijn te hanteren dat de stand twee keer per jaar (per 1 januari en 1 juli) wordt opgemaakt en op die momenten vast te stellen op basis van welke kaders in het komende halfjaar besluiten genomen kunnen worden.

Ondanks de kanttekeningen die te plaatsen zijn bij de beschikbare kennis en onderzoeksresultaten, acht de commissie het noodzakelijk de versterkingsopgave voortvarend aan te pakken en handelingsperspectief te bieden. De commissie wil daarvoor de best beschikbare onderzoeksresultaten benutten.

Zoals beschreven in het tweede advies, adviseert de commissie om de huidige PGA-kaart van het KNMI (gebaseerd op het seismische model) voor de periode tot 1-1-2017 als uitgangspunt te hanteren voor prioritering en versnelling van de aanpak van de bouwkundige versterkingsopgave. Daarnaast adviseerde de commissie in het tweede advies de PGA-kaart van het KNMI vast te stellen als een beschrijving van het risiconiveau dat niet mag worden overschreden. Dat betekent de opgave aan de NAM om de productie zo te regelen dat dit risiconiveau niet wordt overschreden.

Hierbij constateert de commissie dat ook de NAM hazardberekeningen uitvoert op basis van een model dat uitgaat van de te verwachten compactie in de diepe ondergrond onder bepaalde productie-scenario's. De commissie stelt vast dat met de doorontwikkeling van het compactiemodel en met de kennis van nu de betrouwbaarheid van dit model aan kracht wint. De commissie adviseert onbevooroordeeld te kijken naar de PGA-kaart die wordt ontwikkeld op basis van het compactiemodel.

Daarbij constateert de commissie dat de hazardkaarten van het KNMI en van de NAM in grote mate overeenkomen, terwijl deze kaarten gebaseerd zijn op verschillende rekenmethoden. Dit betekent dat feitelijke data en modelmatige berekeningen steeds dichter bij elkaar komen.

Met name voor het kerngebied leiden de meest recente kaarten op basis van de verschillende methodieken tot vergelijkbare uitkomsten. Voor de randen van het gaswinningsgebied zijn verschillen zichtbaar. Verklaring daarvoor is dat in de laatste berekeningen op basis van het compactiemodel rekening gehouden wordt met effecten van de ondiepe ondergrond. Deze effecten zullen in het komende halfjaar ook verwerkt worden in het seismische model, zoals dat wordt gehanteerd door het KNMI.<sup>1</sup>

De commissie acht de combinatie van beide kaarten van groot belang, waarbij op basis van het compactiemodel vooruit gekeken kan worden op basis van winning, en aan de hand van het seismisch model gekeken kan worden wat er daadwerkelijk aan seismiciteit is opgetreden. De commissie adviseert de beide methodieken over en weer ter validatie te benutten en beleidsmatige keuzes op beide kaarten te baseren.

De commissie heeft in haar tweede advies gepleit voor een ontwikkelbenadering. Hierbij worden resultaten uit halfjaarlijkse evaluaties verwerkt in bestaande meet- en rekenmethoden en modellen. De commissie herhaalt in dit eindrapport haar advies om te komen tot een nationale systematiek voor de ontwikkeling van die hazardberekeningen. Het is wenselijk dat het beheer van deze systematiek wordt belegd bij een onafhankelijk kenniscentrum. Hierdoor ontstaat duidelijkheid voor iedereen en is de monitoring geborgd.

De commissie acht het een goed idee om in februari 2016 een conferentie te organiseren om hierover met de betrokken partijen nadere afspraken te maken en te komen tot eenduidig hanteerbare informatie.

### ***Bovengrondse (constructieve) risico's***

#### *Combinatie ondergrondse en bovengrondse risico's*

De bovengrondse risico's worden enerzijds bepaald door de positie van het bouwwerk op de PGA-kaart (die de maximaal te verwachten grondversnelling op de locatie van een bouwwerk in beeld brengt) en anderzijds door de sterkte (aardbevingsbestendigheid) van het bouwwerk. De versterkingsopgave dient te worden geprioriteerd op basis van een combinatie van deze twee factoren.

#### *Norm voor basisveiligheid*

Zoals beschreven in ons eerste advies van 23 juni jl., stelt de commissie zich op het standpunt dat leven, wonen en werken in Groningen even veilig moet zijn als elders in Nederland. In Groningen moeten dezelfde veiligheidsnormen gelden als elders in Nederland. Vanuit dat uitgangspunt heeft de commissie eerder geadviseerd de norm voor de sterkte van bouwwerken vast te stellen op het niveau van een individueel risico van  $10^{-5}$  per jaar. Daarmee moet het basisveiligheidsniveau gegarandeerd worden. Deze norm<sup>2</sup> is inmiddels overgenomen door de minister.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eerdere versies van beide kaarten van begin 2015 (waarbij zowel in het compactiemodel, als in het seismisch model geen rekening was gehouden met effecten van de ondiepe ondergronden) kwamen zowel voor het kerngebied als voor de randen van het gebied in grote mate met elkaar overeen.

<sup>2</sup> De norm van  $10^{-5}$  betekent een kans dat iemand komt te overlijden als gevolg van een risico in de periode van een jaar. In deze situatie ten gevolge van het bezwijken van (delen van) een gebouw als gevolg van de bijzondere belasting door een aardbeving. De wiskundige notatie van  $10^{-5}$  betekent een kans op overlijden van 1 op de 100.000 per jaar.

<sup>3</sup> Brief van de minister van Economische Zaken aan de Tweede Kamer van 3 november 2015, over 'Tweede advies van de commissie Meijdam' (kenmerk DGETM-EO/15154731); Tweede Kamer 2015-2016, 33 529, nr. 205.

In de eerdere adviezen heeft de commissie geadviseerd voor bestaande bouw tijdelijk uit te gaan van de norm van een individueel risico van  $10^{-4}$  per jaar. Daarbij heeft de commissie aangegeven dat de termijn waarbinnen maatregelen worden getroffen, om het niveau van individueel risico van  $10^{-5}$  te bereiken, onderdeel dient te zijn van de beleidsruimte van de verantwoordelijke overheden en van de Nationaal Coördinator Groningen. In de bouwwereld is het gebruikelijk hiervoor een termijn van vijf jaar te hanteren.

De commissie adviseert de norm van het individueel risico van  $10^{-4}$  als een grenswaarde te beschouwen. Bouwwerken met een groter veiligheidsrisico dienen met voorrang te worden aangepakt, of inwoners moeten de gelegenheid krijgen – als zij dat zelf willen – hun woning te verlaten, op basis van een opkoop- en vertrekregeling.

Voor berekening van het individueel risico (IR) van  $10^{-5}$  is van belang rekening te houden met specifieke aardbevingsrisico's. De bestaande risicobegrippen in de bouw houden echter geen rekening met specifieke aardbevingsrisico's als vallende objecten en ook niet met de duur dat iemand gemiddeld in het gebouw verblijft. Het meewegen van de verblijfsduur is belangrijk omdat op deze wijze a) ook aardbevingsrisico's kunnen worden meegenomen in de periode dat iemand *niet* in een bouwwerk is en b) omdat mensen elke dag in bouwwerken met verschillende sterktes aanwezig kunnen zijn. Dit betekent dat voor het berekenen van het individueel aardbevingsrisico, een tussenberekening nodig is. Voor deze tussenberekening gebruikt de commissie het objectgebonden individueel aardbevingsrisico (OIA). De bepaling van het OIA is een noodzakelijke tussenstap om te komen tot de berekening van het individueel aardbevingsrisico, dat het risico is dat iemand gedurende een gehele dag loopt. Uiteraard blijft ook in de situatie in Groningen de norm van individueel risico (IR) de te hanteren eindterm.

#### *Van veiligheidsnorm naar bouwnorm en catalogusaanpak*

De Nederlands Praktijkrichtlijn (NPR) 9998<sup>4</sup> voor aardbevingsbestendig bouwen stelt vier verschillende berekeningswijzen voor, die verlopen van eenvoudig tot zeer geavanceerd. Met deze rekenmethoden kan de sterkte van bouwwerken worden bepaald. De commissie constateert dat het in kaart brengen van de sterkte van individuele bouwwerken, conform de heel precieze (meest geavanceerde) berekeningswijze van de NPR, tijdrovend en kostbaar is.

De commissie wil snelheid maken en kiest voor een pragmatische benadering om de sterkte van bouwwerken in kaart te brengen. Vanuit het belang van prioritering en versnelling, adviseert de commissie de versterkingsopgave op te pakken op basis van de catalogusaanpak. Deze catalogus omvat 60 typologieën van woningen, die de NAM heeft onderscheiden voor de zogeheten 'risk & hazard' studie.<sup>5</sup>

De catalogusaanpak houdt in dat voor elke typologie eerst een precieze berekening wordt gemaakt van de sterkte van het bouwwerk. De commissie pleit hierbij voor het gebruik van een precieze rekenmethode, de zogeheten 'finite elements' –methode.<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> De NPR 9998 is bedoeld voor het berekenen van de weerstand van gebouwen tegen aardbevingen. In de NPR zijn veiligheidsniveaus en waarden voor de aardbevingsbelasting voor gebouwen opgenomen.

<sup>5</sup> <http://www.namplatform.nl/feiten-en-cijfers/onderzoeksrapporten#iframe-L2VtYmVkL2NvbXBvbmVudC8/aWQ9b25kZXJ6b2Vrc3JhcHBvcnRlbg==>

<sup>6</sup> De 'finite elements methode' is een zogenoemde niet-lineaire dynamische tijdsdomeinanalyse (NLRHA: Non-Linear Response History Analyses) waarbij het gedrag van een bouwconstructie onder een aardbevingsbelasting direct met een voldoende betrouwbaarheid wordt gesimuleerd. Het numerieke model van de bouwconstructie beschrijft het verloop van de beweging van de grond en beschrijft de respons van de constructie als gevolg van deze grondbeweging tijdens de aardbeving.

Naar het oordeel van de commissie kan deze 'finite elements methode' gebruikt worden voor zowel nieuwbouw als voor de catalogusaanpak voor bestaande bouw. Deskundigen zijn het erover eens dat dit een goede en nauwkeurige methode is.

De gegevens op basis van de voorgestelde rekenmethoden en de praktische versterkingsmogelijkheden worden in de catalogus opgenomen. Dat geldt ook voor veelvoorkomende afwijkingen per typologie. Op basis van dit 'voorwerk' kunnen snel maatwerkmaatregelen per te versterken woning worden getroffen, zonder dat er per woning uitgebreid rekenwerk nodig is.

De NEN-werkgroep NPR 9998 onderschrijft de door de commissie voorgestelde catalogusaanpak. Deze prioriteringsaanpak sluit ook aan bij de gebiedsgerichte benadering van de Nationaal Coördinator Groningen, namelijk: starten in het kerngebied met de hoogste seismische dreiging. De commissie adviseert het beheer van de catalogusaanpak te beleggen bij de Nationaal Coördinator Groningen. Daarbij benadrukt de commissie dat de catalogus alles behalve een statisch boekwerk is. Het gaat hier nadrukkelijk om een leerproces, waarbij op basis van concrete ervaringen en nieuwe inzichten de catalogus voortdurend wordt aangevuld en verrijkt. De commissie onderschrijft de suggestie om begin 2016 een conferentie te organiseren onder leiding van de Nationaal Coördinator Groningen en met de betrokken partijen, om de praktische oplossingen die de catalogusaanpak beoogt te bieden, nader uit te werken en tot uitvoering te brengen.

#### *Status NPR*

Het tweede advies bevatte de aanbeveling de NPR 9998 geen (semi-)wettelijke status te geven door verankering in de Regeling bouwbesluit. De commissie stelt zich op het standpunt dat voor een wettelijke verankering door verwijzing naar de NPR 9998 in de Regeling bouwbesluit onzekerheden zodanig moeten zijn opgelost dat met voldoende zekerheid is vastgesteld dat de in de NPR voorgestelde methoden een werkelijkheidsgetrouw beeld geven. Naar verwachting vraagt het nog één tot twee jaar studie voordat de NPR 9998 voldoende betrouwbaar is voor bestaande bouw. In ons tweede advies van 29 oktober jl. heeft de commissie daarbij opgemerkt dat berekeningsmethoden uit de NPR wél gebruikt kunnen worden voor nieuwbouw, daar waar dit eenvoudig is toe te passen en de meerkosten gering zijn. Deze meerkosten worden weliswaar terecht vergoed aan de aanvrager van de vergunning, maar de meerkosten zijn ook maatschappelijke kosten die alleen besteed moeten worden als dat terecht is.

De commissie constateert dat de conceptversie van de witte NPR, die zij recent gezien heeft, verbeteringen bevat ten opzichte van de groene versie van februari jl.<sup>7</sup> De commissie sluit zich dan ook aan bij de suggestie van de Nationaal Coördinator Groningen om de bestuurlijke afspraak te maken om de eerste druk van de 'witte NPR' (die formeel gepubliceerd wordt op 18 december 2015) in beleidsmatige zin van toepassing te verklaren (als zijnde de best beschikbare onderzoeksresultaten), ter vervanging van de bestuurlijke afspraak de 'groene NPR' te hanteren voor nieuwbouw.

#### *Maatschappelijk veiligheidsrisico*

In de eerdere adviezen heeft de commissie het gebruik van groepsrisico's afgeraden. De betrokken experts zijn het erover eens dat het groepsrisico moeilijk te operationaliseren is. De berekenbaarheid en toepassing blijken in de praktijk lastig, waardoor het begrip geen wettelijke basis heeft gekregen als norm voor bijvoorbeeld het beleid voor externe veiligheid of voor overstromingsveiligheid.

---

<sup>7</sup> De groene versie betreft de voorlopige versie van de Nederlandse Praktijk Richtlijn 9998:2015 (NPR), die is ontwikkeld door een werkgroep van het Nederlands Normalisatie Instituut (NEN). Deze groene versie is verschenen in februari 2015 en is vervolgens ter consultatie voorgelegd aan de bouwsector.



De commissie is van mening dat naarmate de gevolgen van risico's groter kunnen zijn, de kans op die gevolgen kleiner moet zijn. De commissie heeft zich daarom in de afgelopen periode – in samenwerking met het SodM - ingezet voor een werkbaar, passende risicomaat voor groepsrisico, te weten het maatschappelijk veiligheidsrisico. Het maatschappelijk veiligheidsrisico beschrijft de verwachting van de kans, inclusief de variantie ervan, dat een groep mensen omkomt als gevolg van een aardbeving. In dit maatschappelijk veiligheidsrisico is rekening gehouden met het basisveiligheidsniveau en de schade die ontstaat als gevolg van een aardbeving.

De commissie is hierbij van mening dat het begrip maatschappelijk veiligheidsrisico niet moet worden verengd tot veiligheidsrisico's in het gaswinningsgebied, maar dat het breder van toepassing verklaard moet worden.

De commissie adviseert om op korte termijn, aan de hand van de in dit rapport voorgestelde definitie, het maatschappelijk veiligheidsrisico te laten berekenen door de NAM, en na toetsing van deze berekeningen door het SodM, de uitkomsten te gebruiken bij de prioritering van de versterkingsopgave.

#### *Bijzondere risico's*

De commissie is van mening dat chemische bedrijven en primaire zeeeringen in het aardbevingsgebied redelijkerwijs bestand moeten zijn tegen een ergst denkbare aardbeving op die locatie. Met de KNMI-methodologie als basis wil dat zeggen dat rekening gehouden wordt met een aardbeving in het kerngebied met een maximale magnitude van 5 op de Schaal van Richter en de bijbehorende PGA-verdeling.

In de berekening moeten dan de site response effects op die locatie worden meegenomen. 'Redelijkerwijs' definieert de commissie als het werken met de verwachte belastingen. In de berekening van de sterkte van installaties en dijken kan dan een 'finite elements'-methode worden gebruikt gebaseerd op verwachte waarden van de desbetreffende kansverdelingen.

### **GEVOLGEN GASWINNING OOK IN POSITIEVE ZIN IN GRONINGEN LATEN TERUGKEREN**

#### *Rechtvaardigheidskwesties in Groningen*

Tijdens het bezoek van de commissie aan Groningen op zaterdag 21 november jl. heeft de commissie gemerkt hoe zeer het gevoel van onveiligheid in Groningen leeft. Mede op basis van dit bezoek en na analyse van beschikbare onderzoeksresultaten, identificeert de commissie een aantal rechtvaardigheidskwesties.

Deze verdienen aandacht in het proces van herstel van vertrouwen. In de eerste plaats worden de maatschappelijke implicaties van de gaswinning aan de orde gesteld. Inwoners willen weten waarom de overheid het legitiem vindt dat er schade ontstaat aan hun woningen als gevolg van de aardgaswinning en waarom deze risico's geaccepteerd zouden moeten worden. Daarnaast stelt de commissie vast dat inwoners behoefte hebben aan transparantie, onafhankelijkheid en een serieuze bejegening. De commissie constateert dat er zorgen zijn over voldoende 'checks and balances'. Tot slot adresseert de commissie een rechtvaardige verdeling van lasten en lusten als een belangrijk rechtvaardigheidsvraagstuk in het maatschappelijk debat over de gaswinning in Groningen.

#### *Legitimatie voor een meer rechtvaardige verdeling van lasten en lusten*

De commissie is van mening dat inwoners van Groningen recht hebben op meer dan alleen basisveiligheid en volledige vergoeding van schade. De legitimatie voor een meer rechtvaardige verdeling van lasten en lusten ligt besloten in een aantal punten. De commissie onderschrijft de conclusie van de OVV dat in het gaswinningsgebied de veiligheidsrisico's gedurende lange tijd zijn onderschat. Verder stelt de commissie vast dat in Groningen sprake is van psychologische effecten als gevolg van de opgetreden aardbevingen. Inwoners ervaren gevoelens van onveiligheid en onzekerheid, het zich voordoen van aardbevingen is onvoorspelbaar en inwoners worden geconfronteerd met beving op beving en daarmee met schade op schade.

#### **Eindadvies 'Handelingsperspectief voor Groningen'**

Adviescommissie Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen

14 december 2015

De commissie benadrukt ook de kwetsbare sociaaleconomische omstandigheden van het gaswinningsgebied. Er is sprake van een stapeling van problematiek die de leefbaarheid onder druk zet.

#### *Reflectie op bestaande en nieuwe maatregelen*

De overheid heeft een maatschappelijke verantwoordelijkheid om te komen tot een meer rechtvaardige verdeling van lusten en lasten. De Nationaal Coördinator heeft in zijn meerjarenprogramma een overzicht gepresenteerd van collectieve en individuele maatregelen. In algemene zin onderschrijft de commissie de voortzetting van bestaande maatregelen en de verdere uitwerking van nieuw voorgestelde maatregelen. Een reflectie op deze maatregelen leidt tot de volgende conclusies:

- Maatregelen hebben een tijdelijk karakter en zijn niet structureel van aard.
- Maatregelen zijn project-gedreven en niet zozeer gericht op de lange termijn.
- Veel regelingen zijn gekoppeld aan schade en niet op compensatie.
- Er is in mindere mate sprake van maatregelen voor de burger zelf.
- Er zijn nauwelijks maatregelen gericht op ondersteuning bij de immateriële schade die optreedt bij groepen inwoners van Groningen.

#### *Keuzevrijheid en zeggenschap voor inwoners*

Vanuit deze conclusies geeft de commissie de minister van Economische Zaken in overweging om een specifiek fonds op te richten van waaruit, in samenspraak met de Nationaal Coördinator Groningen, compensatiemiddelen worden ingezet die meer structureel van aard zijn en die beter aansluiten bij wat burgers belangrijk en waardevol vinden voor hun directe leefomgeving. De commissie beveelt aan om de zeggenschap over de verdeling van middelen vanuit dit fonds neer te leggen bij de inwoners van Groningen zelf. Inzet van middelen vraagt om een gedifferentieerde aanpak op regionaal, lokaal en individueel niveau. De overheid kan en mag die afwegingen niet maken.

De commissie doet het Kabinet de suggestie om te verkennen of de middelen voor dit fonds gegenereerd kunnen worden via een bepaald percentage van de toekomstige aardgasbaten.

# 1. Opdracht

Het Kabinet heeft de Commissie-Meijdam (voluit: Adviescommissie 'Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen') ingesteld met als taak de minister van Economische Zaken te adviseren over een redelijke, rechtvaardige en realistische omgang met de risico's van de aardgaswinning. Het instellen van deze commissie was afgesproken in februari 2015 in het aanvullende bestuursakkoord met de provincie Groningen en de twaalf gemeenten in het aardbevingsgebied.

De commissie is gevraagd advies uit te brengen aan de minister van Economische Zaken over de te hanteren overschrijdingskansen van en normen voor aardbevingen als gevolg van de gaswinning in Groningen. Daarnaast heeft de commissie de taak de minister te adviseren over de risico's die de aardbevingen in Groningen met zich meebrengen en de wijze waarop met veiligheidsrisico's van door menselijk handelen veroorzaakte aardbevingen moet worden omgegaan. Tot slot is de commissie gevraagd te adviseren over mogelijke benaderingen van bouwkundige versterking.

De minister heeft zijn vragen aan de commissie als volgt toegelicht:

1. Welke overschrijdingskans is technisch wetenschappelijk realistisch voor geïnduceerde bevingen in Nederland en wat betekent dit voor de aannamen in de NPR over de overschrijdingskansen en de contouren?
2. Welke veiligheidsnorm voor geïnduceerde bevingen is proportioneel, welke argumenten zijn er voor deze keuze en hoe verhoudt het risico van door gaswinning veroorzaakte aardbevingen zich tot andere risico's in de regio?
3. Zijn er eventuele alternatieve benaderingen denkbaar om gebouwen preventief te versterken, en hoe kan in de praktijk rekening worden gehouden met bijstelling van de normen op basis van monitoring of eventueel veranderende risicoperceptie?
4. Zullen alle in gang gezette technische en compenserende maatregelen recht doen aan de bevolking of is daarvoor ook iets anders nodig?

De commissie bracht op 23 juni 2015 haar eerste advies uit ten behoeve van de besluitvorming voor 1 juli 2015 over de gaswinning in de tweede helft van 2015. Op 29 oktober verscheen het tweede advies. Het oktober-advies ging specifiek over veiligheidsnormen voor nieuwbouw en bestaande bouw, over de wijze waarop getoetst kan worden of bouwwerken wel of niet aan deze veiligheidsnormen voldoen en over te nemen maatregelen om ervoor te zorgen dat 'afgekeurde' bouwwerken weer aan de veiligheidsnormen gaan voldoen.

Met deze rapportage brengt de commissie haar eindadvies uit. Met de eerdere adviezen van 23 juni en 29 oktober jl. heeft de commissie de tussentijdse inzichten gedeeld. De kabinetsreactie op het tweede advies dateert van 3 november 2015 (Tweede Kamer 2015-2016, 33 529, nr. 205.). Dit eindadvies is een overkoepelend rapport waarin de commissie de laatste stand beschrijft van beantwoording van de vier vragen.

In hoofdstuk 2 beantwoordt de commissie de eerste onderzoeksvraag. Daarbij gaat het over de risico's vanuit de ondergrond en de te verwachten grondbewegingen. In hoofdstuk 3 staat de beantwoording van de tweede onderzoeksvraag centraal. Dit hoofdstuk beschrijft de constructieve risico's, de bepaling van de sterkte van bouwwerken en de proportionele veiligheidsnormen. In hoofdstuk 4 komen de onderzoeksvragen 3 en 4 in samenhang aan de orde. De commissie reflecteert daarin op kwesties die in Groningen als onrechtvaardig worden ervaren en biedt handreikingen voor de toekomst. Een nadere toelichting op de opdracht en werkwijze van de commissie is opgenomen in bijlage 1.

Het merendeel van dit eindadvies heeft een technisch karakter, omdat met name de eerste drie vragen aan de commissie een technisch karakter hebben. Dit eindadvies dient als input voor besluitvorming door het Kabinet en voor de risicoanalyses door de NAM voor komende winningsplannen. De door de commissie geadviseerde veiligheidsnormen vormen de input voor de toets door het SodM op de veiligheidsaspecten in de risicoanalyse. Daarnaast biedt dit advies input voor het Meerjarenprogramma van de Nationaal Coördinator Groningen.

Daarbij is de commissie zich ervan bewust dat dit eindrapport een breder publiek bereikt dan de hiervoor genoemde partijen, waaraan de aanbevelingen in dit rapport zijn geadresseerd. Gezien de technische vragen die aan de commissie zijn voorgelegd, ontkomt de commissie er niet aan in deze rapportage gebruik te maken van technische begrippen en definities. De commissie heeft zich ingezet om een goed leesbaar rapport op te leveren en de technische vragen zo begrijpelijk en helder mogelijk te beantwoorden.

## 2. Risico's vanuit de ondergrond

### 2.1 Vraagstelling

Dit hoofdstuk beschrijft de beantwoording van de eerste onderzoeksvraag die aan de commissie is voorgelegd: *Welke overschrijdingskans is technisch wetenschappelijk realistisch voor geïnduceerde bevingen in Nederland en wat betekent dit voor de aannamen in de NPR over de overschrijdingskans en de contouren?*

Zoals beschreven in het eerste advies van 23 juni jl. is de commissie uitgegaan van de volgende vraag: *Welke sterkte van aardgasbevingen is nu realistisch te verwachten op de verschillende plaatsen in Groningen?* In dit hoofdstuk beantwoordt de commissie deze vraag.

### 2.2 Vertreksituatie

Op 18 december 2014 verscheen het adviesrapport van de Stuurgroep NPR over de voorlopige ("groene") versie van de Nederlandse Praktijk Richtlijn (NPR) 9998: een specifieke norm voor aardbevingsbestendig bouwen. Op Europees niveau zijn de normen voor aardbevingsbestendigheid van bouwwerken uitgewerkt in de zogenoemde Eurocode 8. Deze is bedoeld voor middelgrote tot zware aardbevingen. De code is gericht op het beschermen van mensenlevens, het beperken van schade en het operationeel houden van constructies die van belang zijn voor burgers en de maatschappij. Omdat Nederland geen natuurlijke aardbevingen kent, was niet eerder een vertaalslag van deze Europese normen gemaakt voor de Nederlandse situatie. Met de ontwikkeling van de NPR 9998 wordt daar nu aan gewerkt.

Voor het opstellen van de bouwnorm voor aardbevingsbestendigheid van bouwwerken is onder meer inzicht nodig in de maximaal te verwachten piekgrondversnellingen (PGA's). Deze PGA's zijn een maatstaf voor de beweging van de ondergrond als gevolg van een aardbeving. De Eurocode 8 hanteert een overschrijdingskans voor ontwerpsterktes van 10% in 50 jaar (ofwel 0,2% per jaar). In bouwnormen is dit een internationaal gangbare maat. Dat betekent dat wordt uitgegaan van acceptatie van een kans van 0,2% per jaar dat de maximale piekgrondversnellingen behorende bij een ontwerpsterkte worden overschreden.

De commissie adviseert deze internationale standaard te volgen. Dit hoewel deze overschrijdingskans is gebaseerd op *natuurlijke* aardbevingen met een stationair proces en een onbeperkte duur. Voor aardbevingen als gevolg van de gaswinning in Groningen geldt dat er sprake is van een niet-stationair proces. Dit betekent dat het aantal bevingen sterk varieert in de tijd. Daarnaast is in Groningen sprake van een beperkte tijdsduur van de gaswinning.

In de kaart die aan de groene versie van de NPR ten grondslag lag, waren resultaten van onderzoeken naar de Groningse ondergrond nog niet verwerkt. De verwachting van de Stuurgroep NPR was dat door een nieuwe PGA-kaart "de onzekerheden voor de langere termijn verkleind worden".<sup>8</sup> De commissie heeft in haar eerste advies van 23 juni jl. gereflecteerd op de aannamen die ten grondslag lagen aan de toen bekende modeleringen van de PGA-sterktes. De kern van het advies van de commissie toen en nu is dat feitelijke metingen zoveel mogelijk de basis voor besluitvorming zouden moeten vormen, in plaats van complexe modeleringen.

---

<sup>8</sup> Bron: Stuurgroep NPR, Impact Assessment Nederlandse Praktijk Richtlijn Aardbevingsbestendig bouwen, 18 december 2014.

## 2.3 Stappen voorwaarts in afgelopen jaar

Sinds het rapport van de Stuurgroep NPR zijn grote stappen voorwaarts gezet. Op 16 november 2015 presenteerde de NAM nieuwe berekeningen van seismische dreigingen, de zogeheten hazardberekeningen, op basis van het doorontwikkelde compactiemodel. Dit model gaat uit van de te verwachten compactie in de diepe ondergrond onder bepaalde productie-scenario's. In ons eerste advies van 23 juni jl. heeft de commissie aangegeven dat aan het compactiemodel teveel aannamen ten grondslag liggen om voorspellende waarde te hebben op langere termijn. De commissie stelt vast dat met de doorontwikkeling van dit model en met de kennis van nu de betrouwbaarheid van het compactiemodel aan kracht wint.

Daarnaast heeft het KNMI in het afgelopen jaar het meetnetwerk uitgebreid. Het meetnetwerk levert nu meer informatie op over hoe de ondergrond op aardbevingen reageert. In oktober 2015 presenteerde het KNMI de nieuwe hazardberekeningen voor het Groningerveld. In de hazard- of PGA-kaart zijn op basis van de meest recente meetgegevens de huidige PGA-waarden (seismische dreiging) weergegeven. Hierin is ook nieuwe kennis meegenomen over de diepe ondergrond.

De commissie constateert dat de hazardkaarten van de NAM en van het KNMI in grote mate overeenkomen, terwijl deze kaarten gebaseerd zijn op verschillende rekenmethoden. Dit betekent dat feitelijke data en modelmatige berekeningen steeds dichterbij elkaar komen<sup>9</sup>. Met name voor het kerngebied ('groot Loppersum') leiden beide methodieken tot vergelijkbare uitkomsten. Voor de randen van het gaswinningsgebied zijn verschillen zichtbaar. Verklaring daarvoor is dat in de laatste berekeningen op basis van het compactiemodel rekening gehouden wordt met effecten van de ondiepe ondergrond. Deze effecten zullen in het komende halfjaar ook verwerkt worden in het seismische model, zoals dat wordt gehanteerd door het KNMI. Eerdere versies van beide kaarten van begin 2015, waarbij zowel in het compactiemodel, als in het seismisch model geen rekening was gehouden met effecten van de ondiepe ondergronden, kwamen overigens zowel voor het kerngebied als voor de randen van het gebied in grote mate met elkaar overeen.

De Nationaal Coördinator Groningen heeft in gesprekken met onze commissie aangegeven dat voor het Meerjarenprogramma (MJP) is gekeken naar beide kaarten. Het gebied dat prioriteit moet krijgen, is op beide kaarten hetzelfde. Voor de uitersten (Delfzijl-west, het noordoostelijk deel van de stad Groningen (incl. Bedum) en het gebied richting Hoogezand-Sappemeer) laten de twee kaarten enigszins verschillende uitkomsten zien. In het MJP is daarom afgesproken in deze gebieden inspecties uit te voeren. Als daar inderdaad sprake blijkt te zijn van hogere risico's, zullen die gebieden ook met voorrang worden aangepakt.

De commissie acht de combinatie van beide kaarten van groot belang, waarbij op basis van het compactiemodel vooruit gekeken kan worden op basis van winning en aan de hand van het seismiciteitsmodel gekeken kan worden wat er daadwerkelijk aan seismiciteit is opgetreden. De commissie adviseert de beide methodieken over en weer ter validatie te benutten en beleidsmatige keuzes op beide kaarten te baseren. De commissie acht het een goed idee om in begin 2016 een conferentie te organiseren om hierover met de betrokken partijen nadere afspraken te maken.

---

<sup>9</sup> Zie ook de rapportage van het KNMI en TNO aan het SodM van 23 november 2015, waarin nader inzicht wordt geboden in de uitgangspunten die aan de hazardkaarten van het KNMI en van de NAM ten grondslag liggen.

## 2.4 Toenemende kennis over ondergrond, onzekerheden blijven

De commissie stelde in haar tweede advies van 29 oktober 2015 vast dat nieuwe meetgegevens en nieuwe data ervoor zorgen dat methodieken aan betrouwbaarheid winnen. Dit proces is nog niet ten einde. Nog steeds vinden op uitgebreide schaal onderzoeken, proeven en reviews plaats. In het eerste advies heeft de commissie de aanbeveling gedaan om op korte termijn te starten met een onderzoek naar de breukvlakken in de ondergrond waarlangs aardbevingen optreden. Tot op heden werd uitgegaan van een gefixeerde diepte van 3 km. Het is pas sinds kort, met het nieuwe seismische netwerk, mogelijk om de bevingen in de diepte te lokaliseren. Kennis over de actieve breuken, de grootte van deze breuken en de spanningen in de ondergrond zijn van belang om tot een fysische schatting te komen van de maximale magnitude. Het koppelen van seismiciteit aan breuken in de ondergrond levert inzicht op in maximale magnitudes. Daarnaast kan er een realistische schatting worden gemaakt hoe zwaar een aardbeving in Groningen maximaal kan zijn. Dit onderzoek zal in gezamenlijkheid moeten worden uitgevoerd (bijvoorbeeld NAM, TNO en KNMI). Onderzoekresultaten kunnen binnen enkele jaren beschikbaar zijn.

Verder onderzoek is ook nodig naar de relatie tussen het gaswinningsniveau en de mate van seismiciteit, zowel naar de grootte van bevingen, als naar het voorkomen in de ruimte en in de tijd.

## 2.5 Het belang van een ontwikkelbenadering

De voorgaande paragrafen geven een indruk van de onderzoeken die nog in uitvoering zijn om de huidige kennis over de werking van de ondergrond te verrijken. Nieuwe inzichten, meetgegevens en gevalideerde rekenmethoden moeten zo snel mogelijk worden benut. Daarom heeft de commissie in haar tweede advies gepleit voor een ontwikkelbenadering. Hierbij worden resultaten uit halfjaarlijkse evaluaties verwerkt in bestaande meet- en rekenmethoden en modellen. De commissie herhaalt in dit eindadvies de aanbeveling om te komen tot een nationale systematiek voor de ontwikkeling van hazardberekeningen. Het is wenselijk dat het beheer van deze systematiek wordt belegd bij een onafhankelijk kenniscentrum. Hierdoor ontstaat duidelijkheid voor iedereen en is de monitoring geborgd.

## 2.6 Aandachtspunten bij gebruik huidige PGA-kaart

In ons tweede advies heeft de commissie voorgesteld de huidige PGA-kaart van een onafhankelijke autoriteit, zijnde het KNMI (kaart d.d. 16 oktober 2015) te hanteren als uitgangspunt voor het prioriteren van de versterkingsopgave op de korte termijn (tot 1-1-2017). Zoals hiervoor toegelicht, maakt de Nationaal Coördinator Groningen (NCG) gebruik van deze PGA-kaart voor het bepalen van de aanpak van de verstevigingsopgave. Rijkswaterstaat benut deze kaart voor hun planning van onder andere de zuidelijke ringweg Groningen. Volgens de laatste berichten zal ook de NEN-werkgroep NPR 9998 gebruikmaken van de KNMI-kaart. Voor de NPR zijn ook de respons spectra van belang; die kunnen op basis van de KNMI-kaart berekend worden.

De commissie stelt vast dat de PGA- of contourenkaart tot stand is komen aan de hand van een methodiek die gebaseerd is op internationale standaarden om seismische dreiging te bepalen. Dit najaar heeft de *United States Geological Survey* (USGS) de berekeningen van het KNMI gereviewd. De methode is akkoord bevonden.

Daarnaast heeft de NEN-werkgroep Aardbevingen eind oktober geconcludeerd dat *“de contourenkaart van de te verwachten versnellingen van de bodem [...] zoals gepubliceerd door het KNMI op 16 oktober 2015, geschikt is voor het in eerste aanleg prioriteren van de te versterken gebouwen in Noord Oost Nederland.”*<sup>10</sup> Met dit doel voor ogen heeft ook de NCG het advies van de commissie onderschreven.

De huidige PGA-kaart is gebaseerd op meetgegevens van de afgelopen vijf jaar. Het niveau van gaswinning lag toen hoger dan wat op basis van het recente besluit van de Raad van State voor de komende jaren verwacht mag worden. De commissie onderkent dat hierdoor sprake kan zijn van een overschatting van de seismische dreiging. Gegeven het doel van het vaststellen van de PGA-kaart – het prioriteren van de versterkingsopgave voor de korte termijn – beschouwt de commissie dit niet als een probleem.

In de derde plaats merkt de commissie op dat er behoefte is aan meer duidelijkheid over de maximale magnitude/sterkte van een aardbeving in Groningen. Zoals hiervoor aangegeven, leidt het breukvlakkenonderzoek tot een meer betrouwbare inschatting van de maximaal te verwachten aardbeving in Groningen. De huidige PGA-kaart van het KNMI hanteert een maximale sterkte van 5.0 op de Schaal van Richter, waarbij sprake is van een voorzichtigheidsmarge in de berekeningen.

Daarnaast benadrukt de commissie dat de keuze om de huidige PGA-kaart vast te stellen en dit als plafond voor de gaswinning te hanteren, bedoeld is om houvast te bieden aan inwoners in Groningen. In het tweede advies heeft de commissie aangegeven dat onder experts van SodM, TNO en NAM sprake is van consensus over een vertragingstijd, dat wil zeggen de tijd waarmee de aardbevingen reageren op productieveranderingen, van circa vier maanden. Updates van bestaande modellen en reken- en meetmethoden op basis van nieuwe onderzoeksresultaten zijn nodig om deze aannamen verder te onderbouwen. Gegeven deze consensus heeft de commissie in het tweede advies geadviseerd de PGA-kaart van het KNMI vast te stellen als een beschrijving van het risiconiveau dat niet mag worden overschreden. Dat betekent de opgave aan de NAM om de productie zo te regelen dat dit risiconiveau niet wordt overschreden.<sup>11</sup>

Op de korte termijn zijn er veel ontwikkelingen, komen er nieuwe onderzoeksresultaten beschikbaar en kunnen er nog grote verbeterlagen worden gemaakt om onzekerheden verder te reduceren en te komen tot meer betrouwbare hazardanalyses. De komende periode (één tot twee jaar) is het daarom van belang deze updates halfjaarlijks uit te voeren. Daarna kan deze frequentie van het updaten van hazardanalyses worden aangepast naar jaarlijkse updates, waarbij verdere verfijning wordt aangebracht en onzekerheden verder worden teruggebracht.

In het Meerjarenprogramma (MJP) van de Nationaal Coördinator Groningen wordt rekening gehouden met deze halfjaarlijkse updates en staat beschreven dat het voortschrijden van het inzicht naar verwachting nog wel even zal doorgaan. In het MJP wordt daarom voorgesteld als beleidslijn te hanteren dat de stand twee keer per jaar (per 1 januari en 1 juli) wordt opgemaakt en op die momenten vast te stellen op basis van welke kaders in het komende halfjaar besluiten genomen kunnen worden.

---

<sup>10</sup> Brief van de voorzitter van de NEN ‘Werkgroep Aardbevingen’, prof.dr.ir. J.C. Walraven, van 30 oktober 2015, over het onderwerp ‘Prioriteringsopgave N.O.-Nederland gebruikmakend van KNMI kaart d.d. 2015-10-16’.

<sup>11</sup> Onze commissie is niet gevraagd te adviseren over het niveau van gaswinning. Wel is de commissie gevraagd te adviseren over (alternatieve benaderingen voor) bouwkundige versterking. Het niveau van seismische dreiging is een belangrijke component om te kunnen bepalen in hoeverre gebouwen al dan niet bouwkundig versterkt moeten worden. Vanuit dat perspectief heeft de commissie geadviseerd de PGA-kaart vast te stellen als opgave aan de NAM om de productie zo te regelen dat de huidige situatie als plafond wordt beschouwd. Met dit plafond is dus nadrukkelijk niet bedoeld dat de NAM mag winnen tot een niveau dat zou overeenkomen met de PGA-contouren. Dat zou een omdraaiing van ons advies zijn.



## 2.7 Van seismische dreiging naar effecten

In het verlengde van de voorgaande passages over seismische dreiging, staat de commissie in deze paragraaf stil bij de effecten van seismiciteit. De commissie is gewezen op het gebruik van tiltmeters. De huidige seismometers en versnellingsmeters van het KNMI zijn voldoende om de *karakteristieken* van een aardbeving en de seismische dreiging te bepalen. Het gaat dan om locatie, tijd en sterkte van de beving. Tiltmeters kunnen behulpzaam zijn om de langdurige *effecten* van aardbevingen op bijvoorbeeld huizen en dijken te meten. Ze kunnen een beeld geven van het wijken van muren en van verzakkingen of zettingen van dijken. De commissie acht het zinvol de toegevoegde waarde van tiltmeters verder te onderzoeken.

Ook bij de Nationaal Coördinator Groningen is van verschillende kanten aandacht gevraagd voor een meetinstrumentarium (zoals bijvoorbeeld tiltmonitoren of -netwerken) waarbij naast de grondversnellingen ook andere zaken worden gemeten. In het Meerjarenprogramma van de NCG staat beschreven dat in 2016 onderzoek zal worden verricht naar de verschillende meetinstrumenten. Op basis van dat nadere onderzoek zullen in 2017 – zo nodig – nadere acties worden ondernomen.

## 3. Omgaan met risico's van aardgasbevingen

### 3.1 Vraagstelling

Dit hoofdstuk bevat de beantwoording van de tweede vraag die aan de commissie is voorgelegd: *Welke veiligheidsnorm is voor geïnduceerde bevingen proportioneel, welke argumenten zijn er voor deze keuze en hoe verhoudt het risico van door gaswinning veroorzaakte aardbevingen zich tot andere risico's in de regio?*

Zoals beschreven in het eerste advies van 23 juni heeft de commissie deze vraag als volgt opgevat: *Wat is een acceptabel risiconiveau, als gevolg van de aardgasbevingen, om de (Groningse) samenleving aan bloot te stellen?* In dit hoofdstuk wordt deze vraag beantwoord.

### 3.2 Eenduidige normstelling voor veiligheid

Zoals aangegeven in onze eerdere adviezen, stelt de commissie zich op het standpunt dat voor alle burgers in Nederland, waar ze ook wonen of verblijven, een gelijke basisveiligheidsnorm moet gelden voor het lopen van onvrijwillige risico's. Dit betekent dat de commissie voor alle bouwwerken uitgaat van een norm van  $10^{-5}$  per jaar. Deze norm is inmiddels overgenomen door de minister van Economische Zaken.<sup>12</sup> De norm drukt het individueel risico uit. Het beschrijft de kans dat iemand komt te overlijden in de periode van een jaar door het bezwijken van een bouwwerk of het vallen van objecten van een bouwwerk als gevolg van de bijzondere belasting door een aardbeving. Een norm van  $10^{-5}$  staat voor een kans van 1 op 100.000 per jaar.

Voor bestaande bouw acht de commissie voor een tijdelijke periode een norm van  $10^{-4}$  aanvaardbaar. Zoals verwoord in het eerste advies adviseert de commissie om deze tijdelijke norm van  $10^{-4}$  als grenswaarde te hanteren. Bouwwerken met een groter veiligheidsrisico dienen met voorrang te worden aangepakt, of inwoners moeten de gelegenheid krijgen – als zij dat zelf willen – hun woning te verlaten, op basis van een opkoop- en vertrekregeling.

Het hanteren van deze ondergrens van  $10^{-4}$  is nieuw. Dit betekent dat in Groningen sprake is van een duidelijke interventiedrempel, waar er elders geen harde norm of verplichte ondergrens is voor ingrijpen als een bepaald risiconiveau wordt overschreden voor een specifieke belasting. Het is de verantwoordelijkheid van het lokaal bevoegd gezag (Bouw- en Woningtoezicht) te handhaven wanneer bouwwerken niet voldoen aan het niveau van het bestaande Bouwbesluit en daarmee geacht worden onbewoonbaar te zijn.

De termijn waarbinnen maatregelen worden getroffen om het niveau van individueel risico van  $10^{-5}$  te bereiken, beschouwt de commissie als onderdeel van de beleidsruimte van de verantwoordelijke overheden en van de ruimte van de Nationaal Coördinator Groningen, waarbij het uitgangspunt moet zijn dat prioriteiten worden gesteld op basis van de veiligheidsrisico's. In de bouwwereld is het gebruikelijk een termijn van vijf jaar te hanteren voor het tijdelijk aanvaarden van hogere risico's.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Brief van de minister van Economische Zaken aan de Tweede Kamer van 3 november 2015, over 'Tweede advies van de commissie Meijdam' (kenmerk DGETM-EO/15154731).

<sup>13</sup> Tot 1 november 2014 kon een vergunning voor een tijdelijk bouwwerk voor maximaal vijf jaar worden verleend. Dit was voor woningen ook meteen de maximale termijn. Echter, deze restrictie gold niet voor andere bouwwerken, waardoor daarvoor telkens opnieuw een tijdelijke vergunning van maximaal vijf jaar kon worden verleend. Daaraan is een einde gemaakt. Vanaf 1 november 2014 geldt voor alle tijdelijke bouwwerken, ook woningen, een maximale termijn van 15 jaar. De commissie stelt echter voor de termijn van vijf jaar te blijven hanteren voor dit veiligheidsrisico.

De commissie heeft voor het principiële standpunt gekozen dat ook in bestaande woningen, waarin mensen als gevolg van andere belastingen dan aardbevingen een groter individueel risico lopen dan  $10^{-5}$ , toch het risico van bijzondere belastingen (zoals van aardbevingen) niet groter mag zijn dan  $10^{-5}$ . Eigenaren van dergelijke woningen moeten dus volgens het advies van onze commissie een mogelijkheid krijgen om hun woning te laten versterken tot aan het niveau van  $10^{-5}$ . Anderzijds heeft de commissie al in haar eerste advies gezegd dat dit geen verplichting kan zijn: als zij dat zelf willen, moeten bewoners de mogelijkheid hebben om van versterking af te zien. Ook hier geldt echter de ondergrens van  $10^{-4}$  als interventiedrempel, waarbij wordt ingegrepen als een bepaald risiconiveau wordt overschreden voor een specifieke belasting.

### **3.3 De vertaling van de veiligheidsnorm naar een bouwnorm**

In ons tweede advies hebben we geadviseerd de huidige PGA-kaart vast te stellen, voor de periode tot 1-1-2017, als uitgangspunt voor prioritering en versnelling van de aanpak van de versterkingsopgave. Hiermee wordt de maximaal te verwachten grondversnelling met behulp van contourlijnen per gebied vastgelegd. Op basis daarvan kan vervolgens bepaald worden met welke risico's voor bouwwerken binnen bepaalde contouren rekening gehouden moet worden. Naast de mogelijke impact van de aardbevingen in termen van grondversnelling is de aardbevingsbestendigheid van bouwwerken bepalend voor het veiligheidsrisico.

Het afgelopen jaar heeft de voorlopige, "groene" versie van de Nederlandse Praktijkrichtlijn (NPR) 9998 voor aardbevingsbestendig bouwen voor consultatie voorgelegd. De NPR stelt een aantal berekeningswijzen voor om de sterkte van bouwwerken te bepalen. Oorspronkelijk zou de commissie in september/oktober 2015 reflecteren op de nieuwe, "witte" versie van deze NPR. Zoals aangegeven in het tweede advies, was de versie die op dat moment beschikbaar was gebaseerd op tussenuitkomsten op basis van op dat moment beschikbare kennis. Deze versie bevatte op cruciale onderdelen nog open einden (lege tabellen). Om die reden was op dat moment reflectie op de NPR-methodiek niet mogelijk. Het is de commissie duidelijk geworden dat de eerste druk van de witte versie van de NPR op 18 december 2015 beschikbaar zal zijn.

De laatste versie van de NPR, die aan de commissie is verstrekt (versie van 1 september 2015), bevatte nog veel onzekerheden. De commissie stelt zich op het standpunt dat voor een wettelijke verankering door verwijzing naar de NPR 9998 in de Regeling Bouwbesluit onzekerheden zodanig moeten zijn opgelost dat met voldoende zekerheid is vastgesteld dat de in de NPR voorgestelde methoden werkelijkheidsgetrouw weergeven of gebouwen aan de veiligheidsnorm  $10^{-5}$  voldoen. Naar verwachting (uitgesproken door leden van de NPR-werkgroep, tijdens expertsessies met onze commissie) vraagt dit nog één tot twee jaar studie. (Die nadere studie is bijvoorbeeld gericht op toetsing van rekenmethoden aan proefresultaten en nadere berekeningen van constructiegedrag).

Tegelijkertijd onderkent de commissie de behoefte van betrokkenen en belanghebbenden in Groningen om een kader te hebben aan de hand waarvan de sterkte van gebouwen kan worden beoordeeld. Het voortzetten van het huidige gebruik van de groene versie van de NPR acht de commissie niet wenselijk gegeven de stapeling van voorzichtige inschattingen in deze versie. De commissie verwacht dat de eerste druk van de witte versie van de NPR verbeteringen zal bevatten ten opzichte van de groene versie van februari jl.

Naar het oordeel van de commissie kan de 'finite elements methode'<sup>14</sup> uit de witte versie van de NPR gebruikt worden voor zowel nieuwbouw als voor de catalogusaanpak voor bestaande bouw. Deskundigen zijn het erover eens dat dit een goede en nauwkeurige methode is. De commissie merkt op dat de minder precieze berekeningsmethode uit de NPR wél gebruikt kan worden voor nieuwbouw, als de afweging is dat deze eenvoudig is toe te passen en de meerkosten van de benodigde versterking gering zijn. Deze meerkosten worden weliswaar terecht vergoed aan de aanvrager van de vergunning, maar de meerkosten zijn ook maatschappelijke kosten die alleen besteed moeten worden als dat terecht is.

De commissie sluit zich aan bij de suggestie van de NCG om de bestuurlijke afspraak te maken de witte NPR (die op 18 december 2015 beschikbaar komt) in beleidsmatige zin van toepassing te verklaren (als zijnde de best beschikbare onderzoeksresultaten), ter vervanging van de groene NPR.

De commissie adviseert hierbij expliciet te laten aangeven dat het bevoegd gezag bij de vergunningverlening voor bouwwerken rekening mag houden met de buitengewone belasting van geïnduceerde aardbevingen.<sup>15</sup>

### **3.4 Bepaling objectgebonden individueel aardbevingsrisico als bouwsteen voor vaststellen sterkte van bouwwerken**

In het tweede advies heeft de commissie gewezen op het belang van een aanpak die op korte termijn leidt tot een betrouwbaar inzicht in de sterkte van bouwwerken. Daarvoor is het nodig het begrip 'aardbevingsrisico' helder te definiëren. De commissie heeft in samenspraak met experts een specifieke definitie ontwikkeld. Deze sluit aan bij de werkwijze die in andere veiligheidsdomeinen zeer gebruikelijk is (namelijk verdiscontering van de duur van de blootstelling aan het risico). Het doet ook recht aan de bijzondere situatie in Groningen door in de definitie het risico mee te nemen dat iemand die zich in de directe omgeving van een bouwwerk bevindt, overlijdt als gevolg van vallende onderdelen van dat bouwwerk als gevolg van een aardbeving.

De commissie beseft dat het hanteren van dit zogenoemde objectgebonden individueel aardbevingsrisico (OIA) nieuw is voor de bouw. De bestaande risicobegrippen in de bouw houden namelijk geen rekening met specifieke aardbevingsrisico's als vallende objecten en ook niet met de duur dat iemand gemiddeld in het gebouw verblijft. Het meewegen van de verblijfsduur is echter belangrijk omdat op deze wijze a) ook aardbevingsrisico's kunnen worden meegenomen in de periode dat iemand *niet* in een bouwwerk is en b) omdat mensen elke dag in bouwwerken met verschillende sterktes aanwezig kunnen zijn.

Bepaling van het objectgebonden individueel aardbevingsrisico (OIA) is een noodzakelijke tussenstap om te komen tot de berekening van het individueel aardbevingsrisico dat simpelweg het risico is dat iemand gedurende een gehele dag loopt. Uiteraard blijft ook in de situatie in Groningen de norm van individueel risico (IR) de te hanteren eindterm.

---

<sup>14</sup> De 'finite elements methode' is een zogenoemde niet-lineaire dynamische tijdsdomeinanalyse (NLRHA: Non-Linear Response History Analyses) waarbij het gedrag van een bouwconstructie onder een aardbevingsbelasting direct met een voldoende betrouwbaarheid wordt gesimuleerd. Het numerieke model van de bouwconstructie beschrijft het verloop van de beweging van de grond en beschrijft de respons van de constructie als gevolg van deze grondbeweging tijdens de aardbeving.

<sup>15</sup> In de Nota van Toelichting bij de Regeling bouwbesluit worden aardbevingen nu niet genoemd als een van de bijzondere belastingen.

In reactie op het tweede advies van de commissie werd door verschillende partijen gesteld dat de introductie van een nieuw risicobegrip tot verwarring kan leiden. De commissie begrijpt deze mogelijke verwarring, maar constateert tegelijkertijd dat er nog geen praktisch toepasbare definitie was. De commissie maakt daarom toch de keuze een nieuw risicobegrip te introduceren. Bijlage 2 bevat een nadere uitleg van de relevante definities en van de berekeningsdetails van het OIA.

### 3.5 Catalogusaanpak voor prioritering en versnelling versterkingsopgave

#### *Identificatie bouwwerken in vijf stappen*

Het in kaart brengen van de sterkte van individuele bouwwerken, conform meest geavanceerde berekeningswijze NPR, is tijdrovend en kostbaar. De diversiteit van woningtypes als vertrekpunt nemen, zou betekenen dat alle woningen stuk voor stuk doorgerekend moeten worden, waarbij de uitgebreide berekening per woning zomaar weken in beslag zal nemen. Dat zou betekenen dat de komende jaren weinig voortgang geboekt zal worden met de aanpak van bouwkundige versterking. De commissie acht dat onwenselijk.

De commissie heeft in het tweede advies aangegeven praktische snelheid te willen laten prevaleren boven 100% wetenschappelijke zekerheid. Dat geldt ook voor het in kaart brengen, prioriteren en aanpakken van de versterkingsopgave van bouwwerken. Om die versnelling te bewerkstelligen, heeft de commissie in het tweede advies gekozen voor een pragmatische benadering om de sterkte van bouwwerken in kaart te brengen en de catalogusaanpak voorgesteld. De reeds beschikbare onderzoeksresultaten dienen daarvoor als basis te worden benut.

Aan de hand van vijf stappen kunnen bouwwerken in het aardbevingsgebied, die niet aan de norm van  $10^{-5}$  voldoen, op korte termijn worden geïdentificeerd.

1. Beschrijving representatieve typen bouwwerken.
2. Sterkte bepalen van representatieve bouwwerken.
3. Typerende afwijkingen bepalen van de representatieve bouwwerken, hun invloed op de sterkte en de noodzakelijke versterking.
4. Passende versterkingsmethoden bepalen voor representatieve bouwwerken.
5. Koppeling bouwwerk binnen bepaalde PGA-contour aan plaats in de catalogus. Deze koppeling zal, afhankelijk van het verwachte risico van het bouwwerk, een snelle inspectie vergen door bouwkundige experts.

In het tweede advies van 29 oktober heeft de commissie deze vijf stappen nader uitgewerkt. In aanvulling daarop volgt hierna een nadere toelichting.

In het aardbevingsgebied in Groningen zijn inmiddels ongeveer 60 typologieën van woningen onderscheiden. Die 60 typologieën omvatten het overgrote deel (80 tot 90%) van het gehele woningbestand binnen het gebied van de PGA-kaart. In het belang van transparantie adviseert de commissie de beschrijvingen van deze 60 typologieën openbaar te maken. Deze transparantie beveelt de commissie aan voor de complete catalogus, zodra relevante onderdelen daarvan gereed zijn.

De commissie adviseert om voor elke typologie een typische vertegenwoordiger te selecteren en van deze referentiewoning de sterkte te berekenen conform de precieze 'finite elements'-berekeningswijze, die ook de NPR beschrijft. In de catalogus dienen vervolgens de praktische versterkingsmogelijkheden tot het niveau van  $10^{-5}$  voor de desbetreffende typologie te worden opgenomen. Bekende typische en veelvoorkomende afwijkingen van de typologie moeten eveneens beschreven worden in de catalogus, inclusief hun betekenis voor de versterking van een bouwwerk met zo'n typische afwijking. Dat biedt houvast om de woningen binnen deze typologie vervolgens aan te pakken.

De geadviseerde typologieën-aanpak is een hulpmiddel om te prioriteren. Feitelijke inspectie zal duidelijk moeten maken wat de "toestand" van de woning is. De te treffen maatregelen per woning vormen iedere keer maatwerk, afhankelijk van de aanpassingen die in een woning zijn doorgevoerd ten opzichte van de referentiewoning. Echter, per woning zijn geen extra berekeningen meer nodig. Hierdoor kan voortgang worden geboekt met de aanpak van bouwkundige versterking. Daarbij gaat de commissie ervan uit dat de uitwerking van de typologieën zoveel informatie oplevert dat op basis daarvan keuzes kunnen worden gemaakt.

Het voorstel van de commissie hierbij is dat wanneer een woningeigenaar van mening is dat zijn woning kwetsbaarder is dan de berekende representant van zijn typologie, de woningeigenaar in de gelegenheid moet worden gesteld om beargumenteerd een individuele inspectie aan te vragen. Daarnaast is het voornemen in het Meerjarenprogramma van de Nationaal Coördinator Groningen om ook gebiedsgerichte inspecties uit te voeren.

De commissie hecht eraan te benadrukken dat de catalogus geen statisch boekwerk is. Het gaat hier nadrukkelijk om een leerproces, waarbij op basis van concrete ervaringen en nieuwe inzichten de catalogus voortdurend wordt aangevuld en verrijkt.

Naast de meest geavanceerde rekenmethode, die veel tijd kost, bevat de NPR tevens voorstellen voor meer eenvoudige en snelle rekenmethoden die minder rekenwerk per woning vergen. De commissie is geen voorstander van die eenvoudige rekenmethoden voor tenminste bestaande bouw. Het is namelijk internationaal gebruikelijk om bij onzekerheden ruime voorzichtigheidsmarges te hanteren. Deze marges leiden tot conservatieve uitkomsten en tot een overschatting van het risico. De meer eenvoudige rekenmethoden leveren daardoor uitkomsten op die substantieel afwijken van de uitkomsten van de gedetailleerde berekeningen. Bovendien zijn de eenvoudige rekenmethoden niet behulpzaam voor het prioriteren van de versterkingsopgave. Om deze redenen heeft de commissie de voorkeur voor het hanteren van de hiervoor toegelichte catalogusaanpak die prioritering en versnelling mogelijk maakt en gebruikmaakt van de precieze 'finite elements' berekeningsmethode, zonder dat zich genoemde nadelen in oordeelsvorming voordoen.

#### *Catalogusaanpak verankeren in de witte versie van de NPR*

De catalogusaanpak die de commissie heeft voorgesteld, lijkt door de NEN-werkgroep NPR 9998 te worden overgenomen. Als de aanpak om met standaardafwijkingen van een referentiewoning te werken een plaats krijgt in de witte versie van de NPR, is sprake van een aanzienlijke vereenvoudiging van het vaststellen van de sterkte van bouwwerken dan nu het geval is.

#### *Verbinden van de catalogusaanpak met de gebiedsgerichte aanpak van de NCG*

Deze 'van grof naar fijn'-benadering maakt een efficiënte en voortvarende aanpak mogelijk. De Nationaal Coördinator Groningen kiest in zijn Meerjarenprogramma voor een gebiedsgerichte benadering. Hiermee wordt de versterkingsopgave gekoppeld aan opgaven op het gebied van leefbaarheid, herstructurering en sociaal-maatschappelijke ontwikkeling. Ook hier geldt een benadering van grof naar fijn: van dorp, naar straat, naar huis/gebouw.

De gebiedsgerichte aanpak, zoals beschreven in het Meerjarenprogramma van de Nationaal Coördinator Groningen, en de catalogusaanpak vullen elkaar aan. Zowel de Nationaal Coördinator als onze commissie adviseren te starten in het kerngebied, omdat daar de risico's vanuit de ondergrond (de seismische dreiging) het hoogst zijn. Daarbij is de verwachting dat de meest kwetsbare huizen eveneens in het kerngebied staan (het advies van onze commissie is om de zwakste huizen met voorrang aan te pakken). In die zin is de catalogusaanpak een nader voorstel voor hoe binnen de gebiedsgerichte aanpak aan de slag kan worden gegaan. De Nationaal Coördinator Groningen heeft aangegeven de catalogusaanpak die de commissie voorstelt hierin mee te willen nemen.

De commissie adviseert het beheer van de catalogus te beleggen bij de Nationaal Coördinator Groningen.

#### **Eindadvies 'Handelingsperspectief voor Groningen'**

Adviescommissie Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen

14 december 2015

De commissie hecht eraan om nogmaals te benadrukken dat de catalogusaanpak dient om snelheid in de versterkingsopgave te brengen. Het ontwikkelen van de catalogus mag derhalve niet vertraagd worden door pogingen alle onzekerheden daaruit weg te rekenen. Het gereed komen van de eerste versie van de catalogus in het eerste kwartaal van 2016 zou naar het oordeel van de commissie taakstellend moeten zijn.

#### *Transparantie en betrokkenheid inwoners*

In het tweede advies heeft de commissie het belang benadrukt van een transparant beoordelings- en versterkingsproces. Voor woningeigenaren moet inzicht en inspraak mogelijk zijn in de keuzes die worden gemaakt over hun woning. Daarnaast moeten bewoners, die 'het heft in eigen hand' willen nemen, de mogelijkheid krijgen om zelf een beoordeling van hun woning te maken en aan te vullen. Een beschrijving van de effecten van specifieke bouwwerkeigenschappen (zoals meer of minder draagmuren en verstevigende constructies als stalen kozijnen) kan helpen om bewoners zelf ook een inschatting te laten maken van de sterkte van hun woning. Dit betekent geenszins dat inwoners zelf verantwoordelijk worden voor de inspectie van hun eigen woning. Deze aanbeveling is bedoeld om inwoners die dat willen, te equiperen zelf een inschatting te maken van de sterkte van hun woning. Wanneer zij op basis van hun beoordeling twifelen, dan zou met prioriteit een formele inspectie aangevraagd moeten kunnen worden.

### **3.6 Maatschappelijk veiligheidsrisico**

#### *Werkbaar alternatief voor groepsrisico*

De commissie onderschrijft de redenering dat naarmate de gevolgen van risico's groter kunnen zijn, de kans op die gevolgen kleiner moet zijn. Vanuit deze redenering acht de commissie het van belang maatschappelijke veiligheidsrisico's te kunnen berekenen in en rond gebouwen en voor andere plaatsen waar veel mensen tegelijkertijd aanwezig zijn.

In onze eerdere adviezen van 23 juni en 29 oktober heeft de commissie (in lijn met andere adviesorganen van de regering, zoals de Adviesraad Gevaarlijke Stoffen<sup>16</sup>) het gebruik van groepsrisico's afgeraden. De toepassing van het groepsrisico blijkt in de praktijk lastig. Juist vanwege de haken en ogen aan de berekenbaarheid en de toepassing, heeft het begrip groepsrisico geen wettelijke basis gekregen als norm voor bijvoorbeeld het veiligheidsbeleid in de industrie en voor overstromingen. Het groepsrisico is slecht berekenbaar omdat bij een grotere groep mensen, waarvan de basisveiligheid is gegarandeerd, het groepsrisico automatisch oploopt. Het groepsrisico gaat ervan uit dat een individu meer waard is als deze zich in een groep bevindt. Daarnaast laat het groepsrisico weinig ruimte voor bestuurlijke afweging van de redelijkheid van investeringen in het voorkomen van schade. De huidige knelpunten bij zowel het berekenen van het groepsrisico als bij het maken van bestuurlijke afwegingen, zijn voor het ministerie van Infrastructuur en Milieu reden om in het kader van 'Eenvoudiger en Beter' (de ontwikkeling van de Omgevingswet) een alternatieve benadering van het groepsrisico uit te werken.

De commissie komt dan ook tot de conclusie dat het groepsrisico weliswaar waardevolle elementen bevat, maar dat het (met de daarbij behorende 'oriënterende waarde'<sup>17</sup> uit het externe veiligheidsdomein) niet het juiste instrument is. De betrokken experts zijn het erover eens dat het groepsrisico moeilijk te operationaliseren is.

---

<sup>16</sup> De Adviesraad Gevaarlijke stoffen concludeerde in 2010 over onder andere de berekening van het groepsrisico "dat de voorgeschreven rekenmethodiek geen getrouw beeld geeft van de veiligheid en de mogelijkheden die te verhogen en ontoereikend is voor besluitvorming gericht op bescherming van burgers tegen de risico's die gepaard gaan met de productie, gebruik en opslag van gevaarlijke stoffen."

<sup>17</sup> De oriënterende waarde is een richtwaarde waar het bevoegd gezag zich zoveel mogelijk aan moet houden, maar waar goed onderbouwd van afgeweken kan worden.

De commissie heeft zich in de afgelopen periode – in samenwerking met het SodM - ingezet voor een werkbare, passende risicomaat voor groepsrisico, te weten het maatschappelijk veiligheidsrisico. Daarbij is de commissie van mening dat het begrip maatschappelijk veiligheidsrisico niet moet worden verengd tot veiligheidsrisico's in het gaswinningsgebied, maar dat het breder van toepassing verklaard moet worden. In andere landen wordt hiervoor de term 'societal risk' gehanteerd. De bepaling van het maatschappelijk veiligheidsrisico is een bestuurlijk vraagstuk.

Het tweede advies bevatte de aanbeveling om een maatschappelijke risicoanalyse uit te voeren aan de hand waarvan aanvullende maatregelen boven de voorgestelde norm voor individueel risico (en daarmee boven het landelijk gebruikelijke basisveiligheidsniveau dat is gebaseerd op het individueel risico van  $10^{-5}$ ) kunnen worden afgewogen. Dit betekent dat met behulp van het maatschappelijk veiligheidsrisico kan worden gekeken of er locaties zijn (bijvoorbeeld bepaalde publieksgebouwen) waar aanvullende maatregelen – boven het niveau van het individueel risico van  $10^{-5}$  – redelijk zijn. Hierbij merkt de commissie op dat de redelijkheid van aanvullende maatregelen dient te worden afgezet tegen gangbare normen uit andere risicodomeinen. Investerings *boven* het basisveiligheidsniveau in aardbevingsveiligheid moeten immers doelmatig zijn.

Ten behoeve van de besluitvorming over zowel de mate waarin aardbevingsrisico's acceptabel worden geacht, als over wat redelijk is om boven het basisveiligheidsniveau te investeren, is het noodzakelijk het maatschappelijk veiligheidsrisico van aardgasbevingen te berekenen. Dit is het risico dat mensen letsel oplopen of dat er schade ontstaat vanwege aardgasbevingen. Het maatschappelijk veiligheidsrisico is noodzakelijk om te berekenen, omdat het individueel risico van mensen ten gevolge van aardbevingen niet onafhankelijk is, zoals dat bij andere bijzondere belastingen *grosso modo* wel het geval is. Voor besluitvorming geldt het hiervoor aangehaalde algemene principe: naarmate de gevolgen van risico's groter zijn, moet de kans op dat risico kleiner zijn. Dat betekent bijvoorbeeld dat bij publieksgebouwen rekening gehouden moet worden met het aantal mensen dat zich in deze gebouwen bevindt.

De commissie heeft, in intensief overleg met het SodM, gekozen voor de volgende definitie van het maatschappelijk veiligheidsrisico:

*Het maatschappelijk veiligheidsrisico beschrijft de verwachting van de kans, inclusief de variantie ervan, dat een groep mensen omkomt met verrekening van het basisveiligheidsniveau of dat er schade ontstaat als gevolg van een aardbeving:*

*MR (N) = E(N) – E(10-5 van dezelfde groep blootgestelde groep mensen)*

*MR (S) = E (S)*

Bijlage 2 bevat een nadere toelichting op de berekeningswijze van het maatschappelijk veiligheidsrisico.

De commissie adviseert om op korte termijn aan de hand van deze definitie het maatschappelijk veiligheidsrisico te laten berekenen door de NAM, en na toetsing van deze berekeningen door het SodM, de uitkomsten te gebruiken bij de prioritering van de versterkingsopgave, waarbij de doelmatigheid van de investeringen wordt meegewogen.

### **3.7 Bijzondere risico's**

In de eerdere adviezen heeft de commissie aangekondigd in het eindadvies nader in te gaan op een pragmatische en realistische aanpak voor bijzondere risico's. *Hoe moeten bijzondere risico's in het kader van aardbevingen behandeld worden?* Dit is zeer complexe materie, waarover nog volop discussie plaatsvindt tussen deskundigen. Binnen de beschikbare tijd van de commissie is het niet mogelijk gebleken om hier een diepgaand inhoudelijk antwoord op te geven. Wel geeft de commissie een aantal (procesmatige) handreikingen hoe met bijzondere risico's kan worden omgegaan.



De commissie citeert met instemming in onderstaand kader de uitgangspunten voor het waterveiligheidsbeleid zoals door de regering in 2013 aan de Tweede Kamer<sup>18</sup> voorgelegd.

'Vanuit de risicobenadering vind ik dat het waterveiligheidsbeleid gericht moet zijn op de bescherming van burgers en het voorkomen van maatschappelijke ontwrichting, [...]. De volgende drie principes zijn daarom voor mij leidend bij de actualisering van het waterveiligheidsbeleid:

1. *Een basisveiligheidsniveau voor iedereen achter de dijk*

Ik wil ernaar streven dat iedereen die in Nederland achter een dijk woont, kan rekenen op een basisveiligheidsniveau. Dat kan bereikt worden door de plekken met relatief grote individuele risico's gericht aan te pakken. Daarbij wil ik me richten op een individueel overlijdensrisico, waarbij de kans op overlijden voor een individu ten gevolge van een overstroming niet groter mag zijn dan 1 op de 100.000 per jaar ( $10^{-5}$ ). [...].

2. *Tegengaan maatschappelijke ontwrichting*

Sommige overstromingen hebben een dermate grote impact dat dit ons land langdurig kan ontwrichten, omdat er grote groepen slachtoffers vallen en/of de economische schade zeer omvangrijk is. Daarom wil ik aanvullend op de basisveiligheid van  $10^{-5}$  gericht investeren in extra bescherming van die gebieden waar nu een relatief grote kans is op grote economische schade en op grote groepen slachtoffers.

3. *Bescherming vitale en kwetsbare infrastructuur*

Bepaalde voorzieningen, zoals nutsvoorzieningen of ziekenhuizen, zijn tijdens en na een ramp cruciaal voor het functioneren van het lokale gebied, een hele regio of zelfs het hele land. Daarom is het nodig om aandacht te besteden aan de gevolgen van een overstroming voor vitale en kwetsbare infrastructuur.

In algemene zin is de commissie van oordeel dat voor de bijzondere risico's voor de chemische industrie (BRZO-bedrijven waar een IR van  $10^{-6}$  wordt gehanteerd) en voor vitale infrastructuur (zoals primaire zeekeringen) aardgasbevingen in redelijkheid geen extra risico mogen betekenen.

Voor dijken en chemische industrie zijn in Nederland zogeheten probabilistische toetsingskaders ontwikkeld, die rekening houden met verschillende waarschijnlijkheden. Voor waterkeringen is er het Wettelijk Toetsinstrumentarium 2017 (WTI2017) en voor de industrie de Kwantitatieve Risicoanalyse (QRA). Deze toetsingskaders zijn niet ontworpen om met aardbevingsrisico om te gaan. Diverse adviesbureaus proberen nu om het aardbevingsrisico wel in de bestaande toetsingskaders te integreren. In de ontwikkeling van beide toetsingskaders hanteert men het principe dat aardgasbevingen geen extra risico mogen betekenen (in die berekeningen vertaald als minder dan 10% extra risico). Het gevolg is dat de seismische dreiging moet worden ingeschat bij extreme terugkeertijden. In het geval van dijken zou dit betekenen dat een dijk bestand moet zijn tegen een maatgevende aardbeving die eens in de 17.500 jaar optreedt. De commissie adviseert de minister van Economische Zaken om hierover op korte termijn nader in overleg te treden met de NCG en de betrokken waterschappen.

De inschatting van kansen en sterktes op deze termijn, zo ver in de 'staart' van de voor de inschatting van de aardbevingssterkte gehanteerde modellen, vereist een extreme extrapolatie van de huidige kennis die helaas leidt tot voornamelijk theoretische exercities.

De commissie stelt daarom voor dat de chemische bedrijven en primaire zeekeringen in het aardbevingsgebied redelijkerwijs bestand moeten zijn tegen een ergst denkbare aardbeving op die locatie. Daarbij adviseert de commissie de methodologie van het KNMI en de daarbij behorende PGA-kaart als basis te hanteren.

<sup>18</sup> Tweede Kamer, vergaderjaar 2012–2013, 33 400 J, nr. 19 4.

Het KNMI-model houdt rekening met een aardbeving in het kerngebied met een maximale magnitude van 5.0 op de Schaal van Richter en de bijbehorende PGA-verdeling. In de berekening moeten dan de site response effects op die locatie worden meegenomen. Hierdoor wordt redelijkerwijs zeker gesteld dat Groningers geen extra risico lopen als gevolg van beschadiging van chemische installaties of primaire zeeweringen door aardbevingen. Het heeft ook als voordeel dat er geen complexe kansberekeningen gemaakt hoeven te worden volgens een systematiek die op dit moment niet is uitgekristalliseerd, laat staan gevalideerd. Daarmee is het gebruik hiervan, gezien de hier uit voortvloeiende onzekerheden, naar het oordeel van de commissie niet wenselijk. 'Redelijkerwijs' definieert de commissie als het werken met de verwachte belastingen. In de berekening van de sterkte van installaties en dijken kan dan een 'finite elements-methode' worden gebruikt gebaseerd op verwachte waarden van de relevante verdelingsfuncties.

## 4. Bestuurlijke handreikingen in rechtvaardigheidskwesties

### 4.1 Vraagstelling

De commissie heeft de laatste twee onderzoeksvragen in samenhang opgepakt. Zoals toegelicht in hoofdstuk 1 heeft de minister de onderzoeksvragen 3 en 4 als volgt toegelicht.

*Zijn er eventuele alternatieve benaderingen denkbaar om gebouwen preventief te versterken, en hoe kan in de praktijk rekening worden gehouden met bijstelling van de normen op basis van monitoring of eventueel veranderende risicoperceptie?*

*Zullen alle in gang gezette technische en compenserende maatregelen recht doen aan de bevolking of is daarvoor ook iets anders nodig?*

De derde onderzoeksvraag is technisch van aard en heeft betrekking op de aanpak van de versterkingsopgave. De commissie heeft vastgesteld dat er op dit punt al veel gebeurt. Ingenieursbureaus hebben verschillende alternatieven voor bouwkundige versterking doordacht en werken hun ideeën inmiddels verder uit. Het is daarom niet zinvol dat werk over te doen. Om die reden heeft de commissie ervoor gekozen om de aandacht te richten op de wenselijkheid en legitimering van maatregelen – aanvullend op het bieden van basisveiligheid en het adequaat vergoeden van schade – specifiek voor de Groningse bevolking in het aardbevingsgebied. De resterende bovengenoemde vragen heeft de commissie opnieuw geduid en als volgt geformuleerd:

*Op welke wijze kan het overheidsbeleid verbonden worden met de rechtvaardigheidskwesties die zijn geagendeerd in het maatschappelijk debat rondom de gaswinning in Groningen?*

In dit hoofdstuk beantwoordt de commissie deze vraag.

### 4.2 Rechtvaardigheidskwesties

De Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) heeft in het rapport 'Aardbevingsrisico's in Groningen' (februari 2015) aangegeven dat uit de chronologie van het aardbevingsdossier blijkt dat in de periode na de beving in Huizinge in 2012 de burgers in Groningen het vertrouwen hebben verloren dat aardgas op een veilige manier gewonnen kan worden. Werd in de jaren daarvoor de kans op aardbevingen vooral geduid als een schadevraagstuk, na de beving in 2012 is het vooral een veiligheidsvraagstuk geworden. De OVV spreekt van een “sluimerend ongenoegen” dat betrekking heeft op drie aspecten:

- Verdeling van de aardgasopbrengsten
- Schadeafhandeling
- Communicatie over de bevingen

Tijdens het bezoek van de commissie aan Groningen op zaterdag 21 november jl. heeft de commissie gemerkt hoe zeer het gevoel van onveiligheid leeft. Inwoners zien dat hun huizen kapot gaan als gevolg van de aardbevingen en geven aan *“dat het drie jaar na de beving in Huizinge nog steeds niet veilig is”*. Een inwoner laat aan de commissie weten dat het vertrouwen in de overheid en de NAM niet hoeft te worden hersteld, *“als men onze huizen maar herstelt en de waardedaling van onze huizen uitbetaalt”*. De commissie stelt vast dat emoties van boosheid, onmacht en verdriet die uit gesprekken en schriftelijke reacties van inwoners naar voren komen, samenhangen met de aspecten die de OVV eerder heeft aangegeven. Ook in onderzoek van de Rijksuniversiteit Groningen<sup>19</sup> komen deze aspecten nadrukkelijk aan de orde.

<sup>19</sup> Hoekstra, E., et al (2015), Uw mening over gaswinning uit het Groningen-gasveld, Onderzoeksresultaten fase 1, 2 en 3, RUG. Zie ook [www.onderzoekgaswinning.nl](http://www.onderzoekgaswinning.nl)

### *Legitimatie van de aardgaswinning*

De weg van herstel van vertrouwen is lang en ingewikkeld. Er spelen verschillende rechtvaardigheidskwesties die in het proces van herstel van vertrouwen aandacht verdienen. In de eerste plaats constateert de commissie dat inwoners willen weten waarom de overheid het legitiem en acceptabel vindt dat de aardgaswinning schade aan woningen veroorzaakt. Voor inwoners is het belangrijk dat de overheid laat zien zich bewust te zijn van het feit dat er, ondanks veiligheidsmaatregelen, risico's resteren waaraan inwoners in Groningen worden blootgesteld. En dat de overheid haar afwegingen onderbouwt. De commissie acht de vraag op basis van welke principes het toelaatbaar is dat industriële activiteiten schade toebrengen, zeer relevant. Het is een vraag waarvan de commissie vindt dat deze in het Kabinet en de Tweede Kamer geadresseerd zou moeten worden.

### *Transparantie*

In de tweede plaats stelt de commissie vast dat er veel behoefte bestaat aan transparante informatie. Door onduidelijke informatie en voortschrijdende inzichten, bijvoorbeeld over variërende aantallen te versterken woningen, ontstaat de indruk dat *“men de boel probeert te sussen”*. Andere inwoners geven aan dat zij zich *“ondeskundig en onervaren voelen, en niet in opstand komen omdat ze niet als domoor te kijk willen staan.”* Argwaan wordt gevoed als informatie niet openbaar of niet eenvoudig toegankelijk is. De commissie adviseert om het beheer van informatie neer te leggen bij de NCG. De NCG moet erop toezien dat openbare informatie zo snel mogelijk beschikbaar wordt gesteld. Een aanvullend aandachtspunt hierbij is om informatie op een helder leesbare manier te ontsluiten.

### *Onafhankelijkheid*

In het verlengde van het bovenstaande punt benoemt de commissie de onafhankelijkheid van onderzoeken en adviezen als derde rechtvaardigheidskwestie die aandacht verdient. *Checks and balances* zijn van belang om vertrouwen aan te kunnen ontlenen. Organisaties en belangen zijn verstrengeld geraakt. Zo geven inwoners bijvoorbeeld aan onvoldoende vertrouwen te hebben in de onafhankelijkheid van schade-experts. In overeenstemming met de OVV doet de commissie de aanbeveling om de governance rondom de gaswinning, veiligheid, schade en versterking tegen het licht te houden. Hierbij zou vooral aandacht moeten zijn voor het waarborgen van onafhankelijkheid, ontvlechting van belangen en heldere *checks and balances*.

### *Bejegening*

Rechtvaardigheid gaat er ook over dat mensen zich gehoord voelen. *“Het gaat ons erom dat we serieus genomen worden in onze klachten over het gevoel van onveiligheid”*, laat een inwoner weten. Gesproken wordt van *“het feest der ontkenning van de NAM”*. Terwijl inwoners veel kennis hebben vergaard over de effecten van de gaswinning (*“inwoners in Groningen weten meer dan ‘Den Haag’ vermoedt”*), ervaren zij nog onvoldoende dat op een constructieve manier naar hun zorgen wordt geluisterd. De commissie vraagt hiervoor nadrukkelijk aandacht.

### *Verdeling lasten en lusten*

Tot slot adresseert de commissie het vraagstuk over een rechtvaardige verdeling van lasten en lusten als een belangrijk rechtvaardigheidsvraagstuk in het maatschappelijk debat over de gaswinning in Groningen. In de volgende paragraaf gaat de commissie daar uitvoeriger op in.

De commissie stelt vast dat er in het meerjarenprogramma ‘Aardbevingsbestendig en Kansrijk Groningen’ van de Nationaal Coördinator Groningen aandacht is voor deze vraagstukken van rechtvaardigheid. Dat geldt in het bijzonder voor het organiseren van meer *check and balances*. De commissie onderschrijft het voorstel van de NCG om onafhankelijke arbiters aan te stellen die een huiseigenaar kan inroepen als er onenigheid is over de schadeafhandeling. Eveneens staat de commissie positief tegenover het idee om de aansturing van het Centrum Veilig Wonen (CVW) op een andere wijze vorm te geven.

### **4.3 Legitimatie voor meer rechtvaardige verdeling lasten en lusten**

De commissie is van mening dat inwoners van Groningen recht hebben op meer dan alleen basisveiligheid en volledige vergoeding van schade. De commissie hecht eraan om hier nogmaals te benadrukken dat er geen discussie bestaat over herstel van schade. Alle schade die is/wordt aangericht als gevolg van geïnduceerde aardbevingen moet adequaat en zo snel als mogelijk worden hersteld en vergoed. Daarnaast is het de verantwoordelijkheid van de overheid om voor alle inwoners van Groningen het niveau van basisveiligheid te waarborgen door uit te gaan van de overal in Nederland geldende veiligheidsnormen, deze vast te stellen en toe te zien op handhaving. Dat betekent versterking van woningen en andere bouwwerken tot  $10^{-5}$ , de veiligheidsnorm die ook elders in Nederland geldt.

De legitimatie om de gevolgen van de gaswinning ook in positieve zin in Groningen te laten terugkeren ligt niet zozeer in aspecten van veiligheid, maar volgt uit andere redenen. Gedurende lange tijd zijn de veiligheidsrisico's van aardbevingen als gevolg van de gaswinning onderschat (zie bijvoorbeeld het rapport van de OVV). Hierdoor is wantrouwen en onvrede ontstaan. De commissie stelt vast dat bij inwoners ook sprake is van angst en onzekerheid. Aardbevingen zijn immers onvoorspelbaar. De psychologische effecten van gevoelens van onveiligheid in je eigen huis en machteloosheid zijn niet te onderschatten. Existentiële waarden zijn daarbij in het geding. Verschillende inwoners hebben meerdere malen per jaar te maken met schade aan hun woning. Door het cumulatieve-effect van beving op beving (en daarmee van schade op schade) zijn en worden bouwwerken in het gaswinningsgebied jarenlang belast. Daarnaast zijn tot voor kort woningen en andere bouwwerken gebouwd zonder dat geanticipeerd kon worden op het zich voordoen van aardbevingen; deze kennis was lange tijd niet aanwezig. Daardoor is er niet specifiek aardbevingsbestendig gebouwd in Groningen. De commissie benadrukt ten slotte de kwetsbare sociaaleconomische omstandigheden van het gaswinningsgebied. Er is sprake van een stapeling van problematiek die de leefbaarheid onder druk zet.

De overheid heeft de maatschappelijke verantwoordelijkheid om te komen tot een rechtvaardige verdeling van lusten en lasten.

### **4.4 Uitwerking in de praktijk: collectieve en individuele maatregelen**

In het kader van het bestuursakkoord "Vertrouwen op herstel en herstel van vertrouwen" dat de minister van Economische Zaken op 17 januari 2014 heeft gesloten met de provincie Groningen en de negen meest betrokken Groninger gemeenten, en de aanvulling daarop van 9 februari 2015, zijn verschillende geldstromen vastgesteld voor compenserende maatregelen. Deels worden deze middelen beheerd door bewonersorganisaties of door maatschappelijke organisaties. Dit geldt in het bijzonder voor leefbaarheidsgelden. Deze middelen worden ingezet voor projecten van bewoners of bewonersorganisaties. Daarvoor is het 'Loket Leefbaarheid' ingericht dat wordt beheerd door de Vereniging Groninger Dorpen. Andere voorbeelden van lopende initiatieven zijn 'Ieder Dorp een Dak', het Erfgoedprogramma en het Energietransitieprogramma. De gelden die hiermee gemoeid zijn, komen uit de aardgasgelden (NAM).

Het definitieve concept Meerjarenprogramma van de NCG (d.d. 3 december 2015) geeft een nader overzicht van collectieve en individuele maatregelen die voor inwoners van Groningen beschikbaar zijn. In algemene zin onderschrijft de commissie de voortzetting van bestaande maatregelen en de verdere uitwerking van nieuw voorgestelde maatregelen. De commissie heeft de maatregelen nader beschouwd en komt tot een aantal constatering, conclusies en aanbevelingen.

### *Project-gedreven en tijdelijk*

Veel maatregelen hebben een tijdelijk karakter (bijvoorbeeld vijf jaar) en zijn niet structureel van aard. Een treffend voorbeeld hiervan is de waardevermeerderingsregeling voor het verduurzamen van woningen. Deze regeling is ingesteld naar aanleiding van het advies van de Commissie-Meijer. De meerwaarde van deze regeling is groot. De commissie pleit er daarom voor dat dergelijke succesvolle initiatieven structureel worden voortgezet.

### *Oriëntatie op schade*

In de tweede plaats zijn maatregelen veelal gekoppeld aan schade. Denk aan het fonds schrijnende gevallen, de waardevermeerderingsregeling en het voorstel voor de opkoopregeling. Vanzelfsprekend geldt dat maatregelen genomen moeten worden om schade aan woningen te herstellen of inwoners schadeloos te stellen. Dit staat echter los van het recht op compensatie voor overlast en gevoelens van onveiligheid.

### *Weinig aandacht voor immateriële schade*

Veel aandacht gaat uit naar maatregelen die voorzien in materiële schadeafhandeling en/of op maatregelen gericht op financiële tegemoetkomingen. Tijdens het bezoek van de commissie aan Groningen werd expliciet gevraagd om meer aandacht voor immateriële ondersteuning. De commissie onderschrijft dit belang. Gevoelens van onzekerheid, angst en machteloosheid moeten verwerkt worden en een plek krijgen. Dit is nodig om op termijn weer met vertrouwen naar de toekomst te kunnen kijken. De commissie onderschrijft het belang van de opdracht die de NCG aan de Rijksuniversiteit Groningen heeft gegeven om onderzoek te doen naar de beleving van de aardbevingen (Gronings Perspectief). Het is vervolgens aan inwoners en deskundigen samen om een passende uitwerking te geven aan de onderzoeksresultaten.

### *Beperkte zichtbaarheid voor inwoners*

De commissie onderkent het belang van collectieve maatregelen gericht op de aanpak van regionale vraagstukken op het gebied van krimp, vergrijzing, innovatie en energietransitie. Voor economische structuurversterking is al veel geld beschikbaar gesteld. Voor inwoners zijn zulke investeringen echter niet altijd direct zichtbaar en voelbaar. Zo staan bijvoorbeeld activiteiten die worden ontplooid vanuit de 'Economic Board' ver af van de dagelijkse leefwereld van de inwoners.

Onderwerpen die zorgen voor inwoners met zich meebrengen, zijn de afhandeling van schade en de waardedaling van woningen. "*My home is my prison*", gaf een inwoner de commissie mee. Met name voor ouderen, voor wie het pensioen 'in de stenen zit', moeten passende oplossingen bedacht worden. De commissie merkt op dat inwoners hierover zelf allerlei ideeën hebben die aandacht verdienen.

De commissie is van mening dat er snel een opkoopregeling moet komen voor de meest kwetsbare woningen die niet voldoen aan de voorgestelde grenswaarde ( $10^{-4}$ ). De commissie pleit voor de ontwikkeling van een maatschappelijk aanvaardbaar model waarin een zorgvuldige afweging wordt gemaakt tussen versterking van een woning, de noodzaak of wenselijkheid van opkopen, en eventuele sloop, mogelijk resulterend in nieuwbouw. Dit vraagt om een protocol waarin wordt vastgelegd onder welke voorwaarden de NAM verplicht kan worden gesteld om koopwoningen in het bevingsgebied over te nemen van de rechtmatige eigenaar. Zo'n protocol draagt bij aan transparantie. De commissie staat positief tegenover het voorstel van de NCG om in de komende maanden regie te nemen in de ontwikkeling van een regionaal woonbedrijf.

## 4.5 Keuzevrijheid en zeggenschap voor inwoners

### *Het heft in eigen hand*

Als inwoners van de Groningen aan de ene kant ervaren dat de overheid verantwoordelijkheid neemt voor de basisveiligheid en als zij aan de andere kant zelf verantwoordelijkheid mogen nemen voor een oplossing die bij hen past, geeft dat inwoners perspectief om te handelen. De aanpak die de NCG voorstaat om de inwoners centraal te stellen, bijvoorbeeld door particulier opdrachtgeverschap bij versterking van huizen en andere bouwwerken mogelijk te maken, sluit aan bij dit principe van het bieden van handelingsperspectief. Differentiatie naar persoonlijke omstandigheden doet recht aan de gevarieerdheid in aanpak, individuele wensen en mogelijkheden, perspectieven, technische (on)mogelijkheden, et cetera. Daarom is het zaak zo scherp en integer mogelijk in dialoog met de inwoners in het aardbevingsgebied te komen om een antwoord te krijgen op de vraag waar keuzevrijheid nodig en wenselijk is.

De mate waarin inwoners zich rechtvaardig behandeld voelen, is voor iedereen verschillend. Het heeft te maken met perceptie en acceptatie van risico's. Het kunnen beschikken over informatie en kennis vormt een belangrijke onderlegger voor de manier waarop inwoners risico's percipiëren. Daarnaast neemt de acceptatie van risico's toe als inwoners zelf betrokken zijn bij besluiten over de wijze waarop met risico's wordt omgegaan en over het niveau van bescherming dat noodzakelijk is tegenover deze risico's.

Persoonlijke keuzes gaan ook gepaard met consequenties die zich in de toekomst manifesteren. Daar moeten mensen in worden bijgestaan, zodat ze de risico's en gevolgen kunnen overzien en van daaruit de voor hen passende keuze maken. Wel kan deze benadering tot gevolg hebben dat er verschillen ontstaan, omdat inwoners uiteenlopende keuzes maken.

### *Organiseren van zeggenschap*

Aanvullend op de maatregelen en de benaderingswijze van de NCG beveelt de commissie aan om zeggenschap over de keuzes voor een rechtvaardige verdeling van lasten en lusten neer te leggen bij de inwoners van Groningen zelf. Geef hen de ruimte om de meerwaarde van maatregelen te doordenken en besluiten te nemen over de inzet van compensatiemiddelen te nemen. Inzet van middelen vraagt om een gedifferentieerde aanpak op regionaal, lokaal en individueel niveau. De commissie is van mening dat de overheid die afwegingen niet kan en niet mag maken.

### *Totstandkoming van een regionaal fonds*

De commissie geeft de minister van Economische Zaken in overweging om een specifiek fonds op te richten van waaruit, in samenspraak met de Nationaal Coördinator Groningen, compensatiemiddelen worden ingezet die meer structureel van aard zijn en die beter aansluiten bij wat burgers belangrijk en waardevol vinden voor hun directe leefomgeving.

De commissie doet het Kabinet de suggestie om te verkennen of de middelen voor dit fonds gegenereerd kunnen worden via een bepaald percentage van de toekomstige aardgasbaten. De commissie verwijst in dit verband naar voorbeelden in het Verenigd Koninkrijk waar deze benadering vaker wordt toegepast. De NCG heeft een rol in het zorgen voor de afstemming van de inzet van middelen vanuit dit fonds met zijn inzet in het kader van het Meerjarenprogramma.

De commissie geeft de NCG de suggestie mee om in de vormgeving van de governance van dit fonds voort te bouwen op goede ervaringen die bijvoorbeeld zijn opgedaan met het Loket Leefbaarheid en daarnaast gebruik te maken van goede ervaringen elders (bijvoorbeeld de Stichting Leefbaarheidsfonds Schiphol). Belangrijk daarbij is dat het gaat om een institutie die onafhankelijk van de overheid opereert en waarin inwoners en andere stakeholders actief participeren. Deze institutie beheert de middelen en kent middelen toe op basis van een zorgvuldige afweging van belangen en wensen.

## **Bijlage 1. Opdracht, samenstelling en werkwijze van de commissie**

### ***Opdracht en samenstelling commissie***

De minister van Economische Zaken heeft de commissie 'Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen' ingesteld (Staatscourant nr. 15848, 9 juni 2015). De commissie heeft tot taak de minister te adviseren over de te hanteren overschrijdingskansen van en normen voor aardbevingen als gevolg van de gaswinning in Groningen, over toepasselijk risicobeleid, over alternatieve benaderingen van preventieve versterking en alternatieve veiligheidsconcepten, alsmede over het omgaan met veiligheidsrisico's van door menselijk handelen veroorzaakte aardbevingen.

De instelling van de commissie vloeit voort uit een aanvulling van januari 2015 op het bestuursakkoord "Vertrouwen op herstel en herstel van vertrouwen" dat de minister op 17 januari 2014 heeft gesloten met de provincie Groningen en de negen meest betrokken Groninger gemeenten. Over deze aanvulling op het bestuursakkoord is de Tweede Kamer geïnformeerd op 9 februari 2015.

De commissie heeft de volgende samenstelling:

- de heer mr. H.M. Meijdam (voorzitter)
- de heer prof. dr. M.J.G. van Eeten
- de heer prof. dr. L.G. Evers
- de heer drs. P.L.B.A. van Geel
- de heer prof. dr. I. Helsloot

De minister heeft zijn vragen aan de commissie als volgt toegelicht:

1. Welke overschrijdingskans is technisch wetenschappelijk realistisch voor geïnduceerde bevingen in Nederland en wat betekent dit voor de aannamen in de NPR over de overschrijdingskansen en de contouren?
2. Welke veiligheidsnorm voor geïnduceerde bevingen is proportioneel, welke argumenten zijn er voor deze keuze en hoe verhoudt het risico van door gaswinning veroorzaakte aardbevingen zich tot andere risico's in de regio?
3. Zijn er eventuele alternatieve benaderingen denkbaar om gebouwen preventief te versterken, en hoe kan in de praktijk rekening worden gehouden met bijstelling van de normen op basis van monitoring of eventueel veranderende risicoperceptie?
4. Zullen alle in gang gezette technische en compenserende maatregelen recht doen aan de bevolking of is daarvoor ook iets anders nodig?

Groninger bestuurders hebben in reactie op de instelling van de commissie aangegeven er veel waarde aan te hechten als de commissie royale aandacht kan besteden aan de derde onderzoeksvraag.

De commissie adviseert op verzoek in drie fasen.

- Op 23 juni 2015 bracht de commissie haar eerste advies uit ten behoeve van de besluitvorming voor 1 juli 2015 over de gaswinning in de tweede helft van 2015.
- In het tweede advies van 29 oktober 2015 adviseerde de commissie over veiligheidsnormen voor nieuwbouw en bestaande bouw, over de wijze waarop getoetst kan worden of bouwwerken wel of niet aan deze veiligheidsnormen voldoen en over te nemen maatregelen om ervoor te zorgen dat 'afgekeurde' bouwwerken weer aan de veiligheidsnormen gaan voldoen.
- Dit eindadvies betreft een overkoepelde rapportage waarin de aan de commissie voorgelegde vragen worden beantwoord.

### **Eindadvies 'Handelingsperspectief voor Groningen'**

Adviescommissie Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen

14 december 2015



### **Werkwijze en context**

Voor het opstellen van het eerste advies is nader onderzoek gedaan naar de geïnduceerde seismiciteit in Nederland en zijn seismische hazardanalyses uitgevoerd. Daarnaast is onderzoek gedaan naar een proportionele veiligheidsnorm. De commissie is gevraagd te reflecteren op de aannamen van de zogenoemde “groene versie” van de NPR en de Impact Assessment, zoals uitgevoerd door de Stuurgroep NPR (Commissie-Haenen).

De commissie voerde in de eerste helft van 2015 gesprekken met de (kwartiermaker van de) Nationaal Coördinator Groningen, de betrokken provinciebestuurders en een delegatie van gemeentebestuurders in Groningen. Daarnaast consulteerde de commissie deskundigen van de NAM, die verantwoordelijk zijn voor de hazard- en risicoanalyse. Met het SodM voerde de commissie overleg over de feitenbasis die ten grondslag ligt aan adviezen van het SodM en aan adviezen van onze commissie.

De commissie analyseerde relevante achtergronddocumenten, waaronder adviesrapportages van het SodM, de Onderzoeksraad voor Veiligheid, de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur, en de Rijksuniversiteit Groningen. Onderzoekresultaten van onder andere de ‘Stuurgroep Onderzoeken Aardbevingen Groningen’, TNO, Deltares, Van Rossum en ARUP zijn als input benut voor de werkzaamheden van de commissie. Dat geldt tevens voor Kamerbrieven over het dossier ‘Gaswinning Groningen-veld’. Daarnaast nam de commissie kennis van de hazard en risk analyses van de NAM, zoals deze in mei en november 2015 zijn verschenen.

Voor het genereren van input voor het oktober-advies, organiseerde de commissie in september en oktober, in samenwerking met het SodM, drie expertmeetings. De eerste twee sessies in september stonden in het teken van de vraag hoe zo snel als mogelijk, met behulp van beschikbare rekenmethoden, tot een betrouwbare aanpak gekomen kan worden voor het bepalen van de sterkte van woningen en andere gebouwen. Tijdens de derde expertmeeting is een discussie gevoerd over het maatschappelijk veiligheidsrisico (een maat voor *‘the group of people at risk’*).

De commissie wilde geen eindrapport uitbrengen over Groningen, zonder daarover gesproken te hebben met inwoners van Groningen. De commissie vond het belangrijk om uit eerste hand ervaringen en ideeën van inwoners te horen. Voor het genereren van input voor dit eindadvies bracht de commissie daarom een bezoek aan Groningen op 21 november 2015. Tijdens dit bezoek gaf de commissie een toelichting op de eerste twee adviezen en ging de commissie met inwoners in gesprek over het organiseren van keuzevrijheid en zeggenschap.

In reactie op de adviezen van 23 juni en 29 oktober reikten verschillende wetenschappers – direct of indirect – opmerkingen, ideeën en inspiratie aan. De commissie heeft haar voordeel willen doen met deze reacties en heeft met deze betrokkenen op 21 november een rondetafelgesprek gevoerd om te komen tot een nadere duiding en verdieping van de aangereikte opmerkingen.

De commissie heeft de definitieve conceptversie van het eindrapport voor een toets op eventuele feitelijke onjuistheden voorgelegd aan de direct betrokken partijen, te weten: de Nationaal Coördinator Groningen, het SodM, de NEN-werkgroep NPR 9998 en de opdrachtgever van de commissie, het ministerie van Economische Zaken.

De commissie is onafhankelijk en werd ondersteund door een onafhankelijk secretariaat vanuit Lysias Advies. De commissieleden brachten op persoonlijke titel hun kennis en ervaring in en traden niet op als vertegenwoordiger van een specifieke belangengroep.

### **Eindadvies ‘Handelingsperspectief voor Groningen’**

Adviescommissie Omgaan met risico’s van geïnduceerde aardbevingen

14 december 2015

## **Bijlage 2. Definities, begrippen en enkele voorbeeldberekeningen**

### **I. Aardbevingen en bodembeweging**

#### ***Schaal van Richter***

De kracht van de aardbeving in de ondergrond, meestal uitgedrukt middels een bepaalde waarde op de schaal van Richter.

#### ***Contourenkaart***

Kaart waarop locaties met gelijke piekgrondversnellingen door lijnen zijn verbonden.

#### ***Geïnduceerde seismiciteit***

Aardbevingen die veroorzaakt worden door menselijk handelen (de gaswinning).

#### ***Grondversnelling***

De beweging van de bodem als gevolg van een aardbeving (uitgedrukt in m/s<sup>2</sup> maar meestal weergegeven als een fractie van *g*, de versnelling door de zwaartekracht, met  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

### **II. Seismische dreiging en risico**

#### ***Aardbevingsbestendig***

In de huidige context wordt hiermee alleen bedoeld een voldoende weerstand tegen instorten. Scheurvorming of zwaardere schade blijft mogelijk bij zware (zelden optredende) bevingen.

#### ***Conservatief***

Term die gebruikt wordt om aan te geven dat de voor berekeningen gebruikte uitgangspunten – of een opeenstapeling van onzekere prognoses – leiden tot een pessimistische voorspelling van de toekomstige situatie.

#### ***Hazard***

Seismische dreiging, uitgedrukt in grondversnellingen.

#### ***Hazardanalyse***

Analyses van de kans op bepaalde sterktes van aardbevingen en daarmee gepaard gaande groundbewegingen (de zogenoemde seismische hazardanalyses).

#### ***Individueel risico als gevolg van een aardbeving***

De kans dat iemand komt te overlijden als gevolg van een aardbeving, in de periode van een jaar. In dit rapport worden vooral gehanteerd de waarden 1:10.000 per jaar (wiskundige notatie  $10^{-4}$ ) en 1 op 100.000 per jaar (wiskundige notatie  $10^{-5}$ ). Deze definitie telt al het aardbevingsrisico dat een persoon loopt bij elkaar op en gaat ervan uit dat een persoon het grootste deel van zijn tijd doorbrengt in gebouwen zoals thuis, op het werk of op school.

In de berekening kan op basis van de gemiddelde tijdsverdeling van mensen tussen de aanwezigheid in eigen huis, op een werkplek, in andere gebouwen en winkels en op straat – al dan niet nabij gebouwen waar het risico op vallende objecten bestaat - het totale aardbevingsrisico dat een gemiddeld individu loopt worden bepaald. Het gedeelte van de tijd dat een persoon buiten doorbrengt is te verdelen in twee stukken. Het grootste deel van die tijd bijvoorbeeld onderweg in de auto, op de fiets of in het openbaar vervoer loopt een persoon geen aardbevingsrisico. Een veel kleiner deel van de tijd buiten brengt een persoon door in de zone dichtbij gebouwen waar tijdens een aardbeving in een ongunstig geval een object zoals een schoorsteen van een gebouw af zou kunnen vallen. Voor deze tijdbesteding bestaan goede inzichten in bijvoorbeeld de Europese 'Time-use surveys'.

#### **Eindadvies 'Handelingsperspectief voor Groningen'**

Adviescommissie Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen

14 december 2015

Dit risico is genormeerd op  $10^{-5}$ . In de versterkingsopgave kan vervolgens gekeken worden welke gebouwen (met prioriteit) versterkt moeten worden om de norm te halen. De grote mate van aanwezigheid in de eigen woning geeft aan dat woningen (als eerste) versterkt moeten worden tot een individueel risico uitgaande van een 24-uurs blootstelling van tenminste  $10^{-5}$ . Voor bouwwerken met een gering percentage verblijfstijd ( $< 1\%$ ) kan een hoger risico worden getolereerd.

Praktisch gezien betekent dit dat voor gebouwen waar iemand normaal gesproken een significant deel van de dag doorbrengt, zoals woonhuizen, kantoren, ziekenhuizen en scholen, moet gelden dat het individueel risico uitgaande van een 24-uurs blootstelling kleiner moet zijn dan 1 op 100.000 per jaar. Een persoon die 100% van zijn tijd doorbrengt in een dergelijk gebouw voldoet daarmee aan de gestelde norm voor individueel risico. Voor gebouwen waar men normaal gesproken slechts een paar uur per week doorbrengt, en vooral voor het risico van vallende objecten waar de gemiddelde dagelijkse blootstelling uiterst kort is, adviseert de commissie om de tijd van blootstelling mee te nemen in de berekening van het risico. Het door de commissie gedefinieerde OIA voorziet in deze mogelijkheid. De onderstaande voorbeeldberekening laat zien hoe dit in de praktijk werkt met een budget voor individueel risico van 1 op de 100.000. De commissie adviseert om redenen van uitvoerbaarheid en transparantie om bij ieder gebouw het instortingsgevaar en gevaar door vallende objecten onafhankelijk te testen aan de gestelde norm van 1 op 100.000 per jaar. In de berekening van het zogenaamde "budget" voor individueel aardbevingsrisico worden deze elementen natuurlijk wel gezamenlijk meegenomen.

<b>Voorbeeld risicobudget voor een representatieve Nederlandse persoon</b>			
Waar	% van de tijd	Plaatsgebonden risico	OIA
Thuis	60%	$1,0E^{-05}$	$6,0E^{-06}$
Werk / educatie	25%	$1,0E^{-05}$	$2,5E^{-06}$
Gebouwen waar men normaal gesproken slechts een klein deel van de tijd doorbrengt (bijvoorbeeld een kerk)	1%	$5,00E^{-05}$	$5,0E^{-07}$
Blootstaan aan potentieel vallende objecten	1%	$1,00E^{-04}$	$1,0E^{-06}$
Buiten gevaar van aardbevingen (weg van gebouwen)*	13%	0	0
<b>Totaal individueel risico</b>	<b>100%</b>	-	<b><math>1,0E^{-05}</math></b>

#### **Kwetsbaarheidscurve** (Engels: *Fragility curve*)

Empirische of rekenkundig bepaalde statistische relatie tussen bodembeweging (grondversnelling) en belastbaarheid van verschillende typen huizen en gebouwen, die gebruikt wordt om mogelijke schade te berekenen.

#### **Maatschappelijk veiligheidsrisico (MR)**

Het maatschappelijk veiligheidsrisico beschrijft de verwachting van de kans inclusief de variantie ervan dat een groep mensen omkomt met verrekening van het basisveiligheidsniveau of dat er schade ontstaat als gevolg van een aardbeving:

$$MR(N) = E(N) - E(10^{-5} \text{ van dezelfde groep blootgestelde groep mensen})$$

$$MR(S) = E(S)$$

Hierbij staat  $10^{-5}$  voor de uniforme verdeling van  $p = 10^{-5}$  die past bij de aanname dat alle huizen aan de basisveiligheid voldoen en uitgaande van volledig onafhankelijk falen van de huizen als gevolg van een aardbeving.

#### **Eindadvies 'Handelingsperspectief voor Groningen'**

Adviescommissie Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen

14 december 2015

Onderdeel van de berekening van het maatschappelijk veiligheidsrisico is de berekening van de variantie om inzicht te krijgen in de spreiding van de verwachting.

Het maatschappelijk veiligheidsrisico is onder andere bruikbaar om een inschatting te maken van de kans op vallende objecten in een drukke winkelstraat inclusief de redelijke investering in vermindering van dat risico.

De commissie stelt daartoe het volgende stappenplan voor (zie ook de in opdracht van de commissie opgestelde notitie '*Een voorstel voor een toetsingsmethodiek voor mensgeïnduceerde aardbevingen in Groningen*' van prof. dr. ir. Pieter van Gelder van de TU Delft, Faculteit TBM, d.d. 16 november 2015<sup>20</sup>):

1. Genereer een aardbeving  $(M,d,S,x,y) = (\text{Magnitude, diepte, spectrum, epicentrum})$  middels een Monte Carlo simulatie.
2. Propageer deze trilling naar het aardoppervlak  $(x,y)$ .
3. Bepaal de PGA in  $x,y,z$  richting ter plaatse  $(x,y)$ .
4. Bepaal per object type ( $i=1,\dots,60$ ) de kans op DS5 (damage state 5), gegeven fragility curves per objecttype.
5. Bepaal het aantal slachtoffers  $N$ , gegeven conditionele overlijdenskans en verdeling aantal aanwezigen.
6. Herhaal stappen 1 t/m 5.
7. Bereken  $E(N)$  en  $\sigma(N)$ .

De blootgestelde groep mensen is het aantal inwoners van het gebied waarbinnen als gevolg van de gebeurtenis slachtoffers vallen.

Voor aardbevingen volstaat het om met  $N=1$  en  $N=10$  te werken aangezien het verwachte maximum aantal slachtoffers bij een aardbeving met maximale sterkte van  $M=5$  minder dan 10 is.

#### ***Overschrijdingskans/onderschrijdingskans***

De waarschijnlijkheid dat een bepaalde waarde van een onzekere fysische grootheid wordt overschreden/onderschreden.

#### ***Objectgebonden Individueel Aardbevingsrisico (OIA)***

Het Objectgebonden Individueel Aardbevingsrisico is het risico dat iemand in een jaar overlijdt door instorting of falling objects van een bouwwerk waarin of waarnaast deze persoon aanwezig is. De verblijfstijd wordt hier dus meegewogen.

#### ***Seismische dreiging***

In statistische analyses wordt de seismische dreiging meestal gedefinieerd als de kans dat een bepaalde waarde van de grondversnelling wordt overschreden (binnen een bepaalde periode, bijvoorbeeld 1, 10 of 50 jaar).

*Opmerking:* Omdat het aantal bevingen van een bepaalde sterkte met de tijd kan veranderen, wordt de seismische overschrijdingskans altijd gespecificeerd voor een bepaald tijdvak.

---

<sup>20</sup> Een exemplaar van deze notitie kan worden opgevraagd bij het secretariaat van de Commissie-Meijdam, p/a Lysias Advies B.V. te Amersfoort, per mail: [commissiemeijdam@lysiasgroup.com](mailto:commissiemeijdam@lysiasgroup.com).

### ***Seismisch risico***

De kans op door aardbevingen veroorzaakte schade (aan mensen, gebouwen, infrastructuur, productie). Risico wordt – in het algemeen – bepaald door de combinatie van de kans dat iets gebeurt en de potentiële effecten daarvan. In die zin is “seismisch risico” de combinatie van de “seismische dreiging” en de potentiële effecten.

### ***Sterkte/capaciteit/weerstand tegen aardbevingen***

Synoniemen voor de piekgrondversnelling waarbij een bouwwerk (net) zal instorten. De sterkte is een onzekere grootheid, waardoor in bouwnormen gerekend wordt met waarden die corresponderen met bepaalde onderschrijdingskansen.

## **III. Algemene (technische) termen**

### ***Empirisch***

Letterlijke betekenis: ‘proefondervindelijk’. Een empirisch resultaat is een onderzoeksresultaat dat is verkregen door het vergelijken van de drijvende kracht van een proces met de waargenomen respons, zonder dat (noodzakelijkerwijs) de fysische relatie tussen die drijvende kracht en de respons is verklaard en begrepen. Extrapolatie van langs empirische weg verkregen resultaten is alleen toegestaan onder de aanname dat het onderzochte systeem zich in andere omstandigheden (bijvoorbeeld in de toekomst, of op andere ruimtelijk schaal) net zo zal gedragen als in de huidige situatie. Zonder die toevoeging heeft een extrapolatie geen waarde.

### ***Finite elements methode***

De ‘finite elements methode’ is een zogenoemde niet-lineaire dynamische tijdsdomeinanalyse (NLRHA: Non-Linear Response History Analyses) waarbij het gedrag van een bouwconstructie onder een aardbevingsbelasting direct met een voldoende betrouwbaarheid wordt gesimuleerd. Het numerieke model van de bouwconstructie beschrijft het verloop van de beweging van de grond en beschrijft de respons van de constructie als gevolg van deze grondbeweging tijdens de aardbeving.

### ***Probabilistisch***

Letterlijke betekenis: ‘rekening houdend met waarschijnlijkheid’. In een probabilistisch rekenschema wordt een groot aantal (realistische) scenario’s doorgerekend, waarbij voor elk scenario de keuze van input parameters rekening houdt met hun waarschijnlijkheidsverdeling (d.w.z. de kans dat een parameter een bepaalde waarde heeft).

## **IV. Bouwvoorschriften**

### ***Bouwbesluit***

Wettelijk kader dat de normstelling, de aan te houden belastingen en de toegestane bepalingmethoden vastlegt, deels via verwijzing naar nationale of internationale bouwnormen (meestal NEN-nomen respectievelijk NEN-EN-normen).

### ***Eurocode***

In Europees verband vastgestelde reeks van normen voor het ontwerp van bouwwerken. Voor toepassing in ieder land is een Nationale Annex vereist.

### ***Nederlandse Praktijk Richtlijn***

Een richtlijn om de sterkte van een gebouw te bepalen gegeven een bepaalde verwachte piekgrond-versnelling. Een richtlijn heeft een lagere status dan een NEN- of EN-norm.